

الذكتور حسان عياد
أساذمأاضرمأامعة بفرمأ العربفة

مبأاوى المسأاحمة

دار النهضة العربفة
للطباعة والنشر
بفرمأ م.ب ٧١١



مبادئ
المساحقة

الدكتور حسان عيتاد
أستاذ محاضر بجامعة بيروت العربية

Library (GOAL)
مباري
Library (GOAL)
Library (GOAL)

المسابقة

١٩٧٤

دار النهضة العربية
للطباعة والنشر

بيروت - ص.ب. ٧٤٩

مقدمة

يتناول هذا الكتاب الطرق الرئيسية المستعملة في مسح الأراضي والمعدات التي تُستخدم لهذه الغاية . وقد روعي في تحضيره تبسيط الموضوع ما أمكن والتركيز على المبادئ العامة دون الدخول في تفاصيل معقدة . ذلك أن هذا الكتاب مُحضّر لطلبة ذوي تخصص في الجغرافيا بغية مساعدتهم على تفهّم الطرق المعتمدة في نقل معلومات الأرض إلى الخرائط . وهو بالتالي كتاب متمم لمادة الخرائط يتناول الجانب العملي الذي يشكل أساساً لتحضير المسطحات والخرائط .

المؤلف

الفصل الأول

مبادئ عامة

أ - تعريف

المساحة فن تحديد مواقع نقاط بالنسبة لبعضها البعض على أو قرب سطح الأرض . والغاية من ذلك تحضير خرائط تبين مواقع هذه النقاط بشكل مطابق لما هو الحال على الطبيعة . ويمكن أن تشمل المساحة عملية معاكسة بحيث يتم نقل معلومات من الخريطة إلى الأرض بدلا من نقل معلومات الأرض إلى الخريطة .

ويتم تحديد أية نقطة على الأرض بواسطة واحدة أو أكثر من الطرق التالية :

- ١ - تحديد بعد هذه النقطة عن نقطتين معلومتين الموقع (مسافتان) .
- ٢ - تحديد بعد هذه النقطة عن نقطة معلومة الموقع وانحرافها عن الاتجاه معلوم (مسافة وزاوية) .
- ٣ - تحديد انحراف هذه النقطة عن اتجاهين معلومين (زاويتان) .
ويتميز آخر، فإن تحديد مواقع النقط يتم عن طريق قياس مسافات او زوايا او كليهما باستعمال أجهزة معينة صممت خصيصاً لهذه الغاية .

وبما أن المسطحات والخرائط التي تحضر لقطعة أرض هي مساقط لهذه الأرض على سطح ورقة الرسم ، فإنه من الضروري ان تكون جميع المسافات والزوايا المقاسة على الأرض واقعة في سطح أفقي . أما تضاريس الأرض ودرجة ارتفاع او انخفاض بعض النقط عن بعضها البعض فيتم تحديدها برسوم خاصة كالقواطع والخرائط الكنتورية .

أعمال المساحة تشمل اذاً شقين : عمل أرضي حيث تؤخذ القياسات الضرورية وعمل مكتبي يشمل بعض العمليات الحسابية وتحضير الخرائط .

ب - استعمالات المساحة

يمكن تقسيم استعمالات المساحة الى ثلاثة أقسام رئيسية :

- ١ - أعمال هدفها الاساسي مسح حدود لأماكن خاصة أو عامة .
- ٢ - أعمال تشكل أساساً لدراسة أو تنفيذ مشاريع خاصة أو عامة .
- ٣ - أعمال مساجة لتحضير خرائط دقيقة وشاملة وهي التي تقوم بها

الدولة. ومن الصعب رسم خط فاصل بين الطرق المعتمدة لكل من الاستعمالات المذكورة أعلاه بسبب عوامل عديدة تختلف من عملية مسح الى أخرى .

ج - أقسام المساحة

تقسم المساحة الى قسمين :

١ - المساحة المستوية

٢ - المساحة الجيوديسية ،

فالمساحة المستوية هي المساحة التي تفترض معدل سطح الارض مستويا. وهي تشمل أغلب الاعمال المساحية وتبحث في مساحات غير شاسعة كقطع ارض ومعالج عامة لأرض موضع درس . أما المساحة الجيوديسية فتأخذ بعين الاعتبار استدارة الكرة الارضية وبالتسالي تبحث في رسم الخرائط ذات المساحات الشاسعة .

د - أنواع المساحة الرئيسية

١ - مساحة أراضية ؛ وهي تشمل الاعمال التالية :

أ (مسح حدود أراضي لمعرفة أطوالها واتجاهاتها ومساحتها .

ب (توقييع حدود لأراضي من معلومات متوفرة على خرائط .

ج (تقسيم أراضي الى قطع محددة الشكل والمساحة .

٢ - مساحة طوبوغرافية ؛ وهي تتناول المسح المتعلق بتضخيز خريطة

طوبوغرافية تري تضاريس الارض وتعرضاتها .

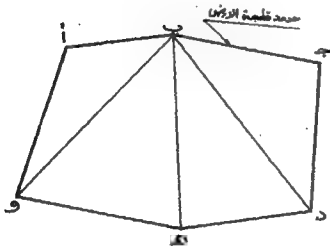
٣ - مسح خطوط مواصلات ؛ وهو يشمل أعمال المسح الضرورية لتوقيع وإنشاء طرقاات وسكك حديدية واقنية وخطوط كهرباء وخطوط أنابيب .

٤ - مسح مائي ؛ وهو يشمل الاعمال التالية :

- أ (تحضير خريطة طوبوغرافية للشواطئ) .
- ب (الحصول على معلومات تتعلق بعمق البحر أو النهر .
- ج (قياس كمية تصريف الأنهار من الماء .

٥ - مسح مناجم ؛ وهو يشمل الاعمال التالية :

- أ (تحضير خريطة طوبوغرافية لمنطقة المنجم .
- ب (القيام بمسح باطني شامل لبيان حدود العمل .
- ج (إنشاء مسطحات باطنية مفصلة .
- د (حساب الاحجام المستخرجة .

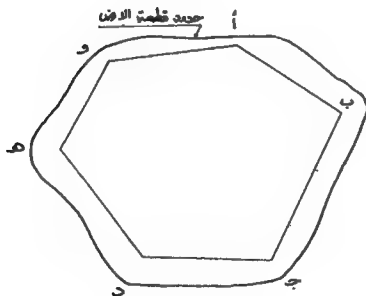


شكل ١ - المساحة بالتخطيط

٦ - مساحة كاداستر ؟ وهي تتعلق بمسح تقوم به الدولة في المدن والارياف لتبيان حدود المقارات وطبيعة المنشآت الموجودة .

٧ - مسح المدن ؟ وهو يتعلق بمسح الاراضي الواقعة ضمن او بالقرب من المدن لتحديد المقارات ولمعرفة الخصائص التفصيلية للمنشآت الموجودة في المدينة .

٨ - مساحة فوتوغرامترية ؟ وهي المساحة التي تؤخذ لها المعلومات من الصور الجوية . ويكون الاستعمال الأكبر لهذا النوع من المساحة في الاعمال الطبوغرافية .



شكل ٢ - واطرس مقل

٥ (طرق مسح الارض) (الرفع)

١ - المساحة بالتخطيط

تقسم الارض الى مثلثات تقاس أضلاعها ويستخلص من ذلك الشكل العام لقطعة الارض (شكل ١) .

٢ - المساحة بالترافرس

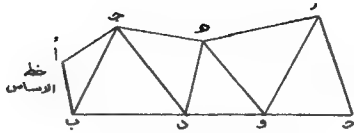
تحمط المنطقة المنوي رفعها بشكل من الخطوط المستقيمة تكون أضلاعها مقلدة (شكل ٢) او مفتوحة (شكل ٣) . تقاس زوايا او انحرافات هذا الشكل المسمى ترافرس بالإضافة الى أطوال بعض أضلاعه ، ثم تحدد معلومات الارض المنوي مسحها بالنسبة لهذا الترافرس .



شكل ٣ - ترافرس مفتوح

٣ - شبكة المثلثات

يقاس ضلع واحد من مثلث بدقة متناهية . ثم تقاس زوايا هذا المثلث لحساب الضلعين المتبقيين . ويتم عمل أحد هذين الضلعين كقاعدة لمثلث ثاني تقاس زواياه فقط . ثم يحسب ضلعوا المثلث الثاني ويتخذ كقاعدة لمثلث جديد وهكذا . (شكل ٤) . تعتبر طريقة المثلثات أدق أنواع الرفع في المساحات الكبيرة .



شكل ٤ - شبكة مثلثات

و - وحدات القياس

تقاس المسافات بالنظام المتري بالامتار والستيمترات في حين تقاس المسافات بالنظام الانجليزي بالياردات والاقدام والبوصات . وفي النظام المتري تعطى المساحة بالامتار المربعة أو الهكتار أو الفدان أو الكيلومتر المربع . وفي النظام الانجليزي تعطى المساحة باليارد المربع أو الايكر أو الميل المربع . أما الزوايا فتقاس بالدرجات والدقائق والثواني في النظامين .

١ - زوايا

درجة = ٦٠ دقيقة

دقيقة = ٦٠ ثانية

٢ - أطوال

ميل = ١٧٦٠ ياردة

ياردة = ٣ أقدام

قدم = ١٢ بوصة

ميل = ١,٦ كيلومتر

قدم = ٣٠,٥ سنتم

برصة = ٢,٥٤ سنتم

٣ - مساحات

هكتار = ١٠٠٠٠ متر مربع

فدان = ٤٢٠٠ متر مربع

إيكير = ٤٨٤٠ ياردة مربعة

ز - معلومات رياضية أساسية

تشمل أعمال المساحة ، بالإضافة الى المسح الموقعي ، عمليات رياضية مكتبية لتحويل معلومات الحقل الى خرائط أو جداول حسابية . وللقيام بذلك يحذر الإلمام ببعض القواعد الرياضية الأساسية . ومن هذه القواعد ما يتعلق بخصائص المثلث القائم أ ب ج (زاوية قائمة عند ج) كما يلي :

$$\frac{ب}{أ} = (\text{Sine}) \quad \text{جا أ}$$

$$\frac{ج}{أ} = (\text{Cosine}) \quad \text{جتا أ}$$

$$\frac{ب}{ج} = (\text{Tangent}) \quad \text{ظا أ}$$

$$^2(أ ب) = ^2(أ ج) + ^2(ب ج)$$

مساحة المستطيل = الطول × العرض

$$\text{مساحة المثلث} = \frac{1}{2} (\text{القاعدة} \times \text{الارتفاع})$$

$$\sqrt{\frac{1}{2} (a-b)(a+b)(c-b)(c+b)}} =$$

حيث أ ، ب ، ج ثل أضلاع المثلث

$$\frac{1}{2} (a + b + c) =$$

ح - مصادر الأخطاء في المساحة

١ - أخطاء الآلة وهي أخطاء تحصل نتيجة جهاز غير مضبوط كشرط يقيس طولاً غير صحيح أو ميزان غير أفقي .

٢ - أخطاء بشرية وهي أخطاء مصدرها القارئ نفسه ويمكن أن تحصل عند أية قراءة .

٣ - أخطاء طبيعية وهي أخطاء تحصل بسبب عوامل طبيعية كالحرارة والهواء والجاذبية . مثال على ذلك تمدد شريط القياس بسبب الحرارة .

ط - أنواع الأخطاء

١ - أخطاء متكررة

هي الأخطاء الموجودة في كل قراءة وفي اتجاه واحد (زيادة كانت أم نقصاناً) طالما أن ظروف العمل لم تتغير . مثال على ذلك قياس طول بشرط أقصر مما يجب أن يكون . ويمكن لهذا الخطأ أن يكون آلياً ، بشرياً أو طبيعياً .

٢ - أخطاء عفوية

هي أخطاء تقع بسبب تجميع عوامل عديدة خارجة عن قدرة القارئ والتي لا يمكن تصحيحها . ويكون الخطأ زيادة أو نقصاناً وفقاً للحظ . ومع أنه لا يمكن تصحيح أرقام بسبب الأخطاء العفوية التي تتضمنها إلا أنه ملاحظ أن هذه الأخطاء تتبع أنظمة الحذل الطييمة بحيث تتعادل كميات الزيادة والنقصان في مجموعة كبيرة من القراءات .

الفصل الثاني

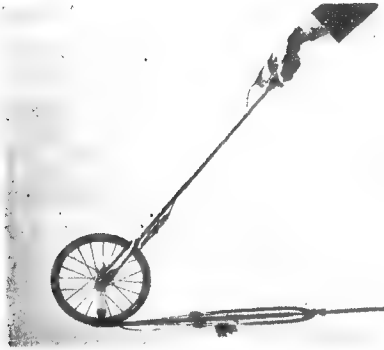
المساحة بالشريط

أ - الطرق العامة لقياس المسافة

تعتبر المسافة في أعمال المساحة دوماً الطول الأفقي بين نقطتين بنصف النظر عن الفارق بين منسوبي النقطتين . والطرق العامة لمعرفة المسافة بين نقطتين تشمل ما يلي :

- ١ - عدّ خطوات المشي بينها وهي طريقة سريعة وتقريبية .
- ٢ - استعمال القامة متر وهي طريقة ستشرح في فصل لاحق عن جهاز التيودوليت .
- ٣ - قياس مباشر بالشريط .

١ - طرق أخرى كعداد الدولاب (شكل ٥) أو عمليات حسابية غير مباشرة .



شكل ٥ - كعداد دولاب لقياس الأحوال

ويبين الجدول التالي تلخيصاً للطرق الرئيسية لقياس المسافة مع استعمالات ودقة كل منها. والمقصود في درجة الدقة قيمة الخطأ المتوقع حدوثه بالنسبة للطول المقاس . مثال على ذلك : درجة دقة ١ : ١٠٠٠ تعني توقع خطأ متر لكل كيلومتر قياس .

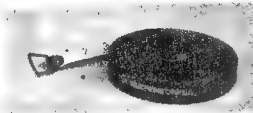
الطرق العامة لقياس المسافة

الاستعمال	مرجحة الدقة	الطريقة
- أعمال استكشافية ، خرائط صغيرة جداً ، تدقيق قياسات معانة بالتريط .	٢٠٠ : ١ إلى ١٠٠ : ١	عد الخطوات
- تحديد تفاصيل للتخطيط ، ورائس غير دقيقين ، تدقيق قياسات بدقة أكبر .	١٠٠ : ١ إلى ٣٠ : ١	العامة متر
- ورائس ، أعمال إنشائية عادية .	٥٠٠ : ١ إلى ١٠٠ : ١	مسح عادي بالتريط
- ورائس لسح مدن ، أعمال إنشائية دقيقة .	٣٠٠٠٠ : ١ إلى ١٠٠٠٠ : ١	مسح دقيق بالتريط
- شبكة محطات دقيقة جداً لادن ومساحات كبيرة أو اتفاق وجسور طويلة .	١ : ١٠٠٠٠٠ إلى ١ : ١٠٠٠٠٠٠	مسح دقيق جداً

ب - أدوات المسح بالشريط

١ - الشريط أو المتر (Tape)

هو شريط من القماش (شكل ٦) أو من الصلب (شكل ٧) .



شكل ٦ - شريط قماش

المتر القماش يصنع من القماش المقوى بأسلاك رفيعة ويكون طوله عادة عشرين متراً أو ثلاثين متراً . وهو مقسم الى سنتيمترات وديسمترات وأمتار على وجه واحد أو وجهين . والأشرطة الإنجليزية تكون مقسمة الى بوصات وأقدام . ويلف الشريط داخل علبة من الجلد وينتهي بحلقة نحاسية تمنع دخوله الكلي فيها . أما شريط الصلب فهو كشريط القماش ويختلف عنه في كونه مصنوعاً من الصلب، ويكون هذا الشريط ملفوفاً على بكره . وهو يفضل على الشريط



شكل ٧ - شريط صلب

القماش لفة تمده أو انكاش نتيجة العوامل الجوية ، على أن متر القماش يفضل بالنسبة لحقته ولسهولة استعماله . أدق أنواع الأشرطة الصلب هو ما كان مصنوعاً من مادة مكوّنة من الصلب والنيكل تعرف بالإنفار (Invar) لأنه ذو تمدد قليل جداً .

٢ - الجزير (Chain) (شكل ٨)



شكل ٨ - جزير

هو من الأجهزة التي تستعمل لقياس الأطوال ومؤلف من أسياخ من الصلب تسمى عقلات تتصل كل منها بالأخرى بواسطة حلقات ، وينتهي طرفاه بمقبضين من النحاس . هذا الجهاز لم يعد مستعملاً كثيراً الآن وقد استعاض عنه بالشريط لأنه عملي أكثر .

٣ - الشاخص (Range Pole) (شكل ٩)

شكل ٩
شاخص

هو ساق خشبية أو حديدية اسطوانية المقطع عادة . يتراوح طول الشاخص بين مترين وأربعة أمتار وقطره بين ٣ و ٦ سنتم . له رأس حديدي مدبّب ومقسم كل حوالي نصف متر باللونين

الأبيض والأحمر لتسهيل رؤيته عن بعد . وهو يستعمل لتحديد خطوط السير أثناء القياس ولتشخيص نقطة معينة على هذه الخطوط . ويمكن للشاخص أن يثبت على حامل ذي ثلاثة أرجل في الحالات التي يصعب معها غرسه في نقطة معينة .



شكل ١٠
شوك

٤ - الشوك (Chaining Pins) (شكل ١٠)

هي أسياخ من الصلب يتراوح طولها بين ٢٠ و ٣٠ سنتم وقطرها بين ٣ و ٦ مم . أحد طرفيها مدبب والآخر ملفوف على شكل حلقة ليسهل غرسها في الأرض . وهي تستعمل لتحديد الموقت لنهاية مسافة مقاسة بواسطة الشريط .

٥ - الأوتاد (Pegs) (شكل ١١)

هي قطع من الخشب اسطوانية أو منشورية المقطع يتراوح سمكها بين ٣ و ٦ سنتم وطولها بين ٢٠ و ٣٠ سنتم . أحد طرفيها مدبب ليسهل غرسه في الأرض . وتستخدم الأوتاد لوضع نقط ثابتة على سطح الأرض للرجوع إليها عند اللزوم . وفي الأراضي الصلبة يستعاض عن الأوتاد الخشبية بأوتاد حديدية قطرها حوالي واحد أو اثنين سنتم طول ٢٠ - ٣٠ سنتم .



شكل ١١
وتد

٦ - الشاقول (Plumb Bob) (شكل ١٢)



هو خيط متين متصل بنهايته بقطعة ثقيلة من المعدن تحمل اتجاهه دائماً عامودياً عند حمله من طرفه الآخر وذلك بفعل الجاذبية على القطعة المعدنية . يستعمل الشاقول لعمل خط عامودي فوق نقطة معينة بغية تسهيل القياس الأفقي فوق أرض منحدرية بين النقطة المذكورة وأية نقطة أخرى .

٧ - المثلث المرئي (Optical Square)

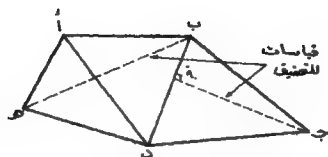
شكل ١٢ -
شاقول

هو جهاز لتحديد عامود على اتجاه، وسيأتي شرحه مع أجهزة قياس الزوايا .

ج - قواعد رفع الارض بالمصريط

١ - الاراضي ذات الحدود المستقيمة

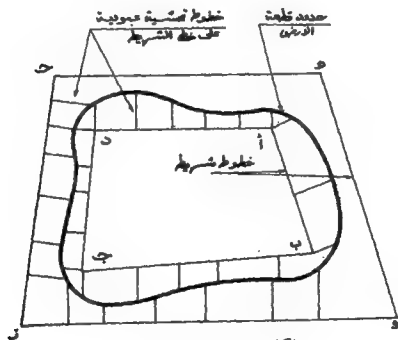
تقسم الارض الى مثلثات مناسبة . ثم تقاس اضلاع هذه المثلثات وتحقق للتأكد من صحتها . ويتم التحقيق عن طريق قياس مسافات إضافية لزوايا المثلثات بين بعضها البعض وبين هذه الزوايا واضلاع إضافية (شكل ١٣)



شكل ١٣ - مسح حدود مستقيمة

٢ - الأراضي ذات الحدود المتعرجة

يُنشأ مضلع داخل قطعة الأرض مثل أ ب ج د او خارجها مثل ه و ز ح (شكل ١٤) ويحقق للتأكد من صحته . على خطوط المضلع



شكل ١٤ - مسح حدود متعرجة

التي تسمى خطوط التثريب تقام أعمدة على أبعاد مناسبة تصل حق حدود الأرض . وهذه الأعمدة المقاسة تسمى خطوط تحشية (Offsets) . وهي تبعد عن بعضها كلما كان تغير شكل الأرض بسيطاً وتقرب من بعضها كلما كان هذا التغير منها وذلك لتحديد المعالم بدقة .

د - كيفية رفع الأرض بالتثريب

١ - الاستكشاف

يقام بزيارة الأرض المراد رفعها لتكوين فكرة عامة عنها وملاحظة معالمها المميزة لتخطيط العمل المساعي لها .

٢ - رسم الكروكي

يرسم كروكي للمنطقة في دفتر الحقل . ولا يشترط أن يكون الكروكي بقياس رسم معين بل يكفي أن يمثل الطبيعة بالتقريب .

٣ - اختيار زوايا المضلع

تلتخب أنسب المواقع لزوايا المضلع من الكروكي العام . وتقرر هذه الزوايا بأوتاد خشبية في الأراضي الترابية أو أوتاد حديدية في الأراضي الصخرية . ومن هذه الزوايا ينشأ مضلع تؤخذ بواسطته تفاصيل الحدود الخارجية والمعالم الداخلية للأرض المراد مسحها . يجب أن يتوفر في النقاط المنتخبة الأمور التالية :

أ (تكون النقاط بعيدة عن حركة المرور لتفادي إزالتها أو التلاعب بها وليسهل العثور عليها عند الرغبة في استعمالها .

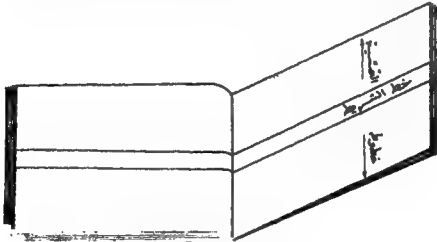
ب) يجب أن يكون من الممكن رؤية كل نقطتين متتاليتين من بعضهما البعض مع انعدام وجود عائق بينهما .

ج) يجب ان تكون خطوط المضلع في الاراضي المستوية بقدر الامكان .

٤ - قياس جوانب المضلع والقيام بعملية التحشية
تقاس جوانب المضلع وتحدد نقط المساقط على جوانب المضلع ذات أبعاد مناسبة . تقاس أبعاد نقط المساقط عن بداية الخط ، ثم تقاس المسافة العمودية من هذه النقط حتى حدود قطعة الأرض المراد مسحها او حدود أية منشآت أخرى .

٥ - دفتر الأراضي للمساحة بالشرائط

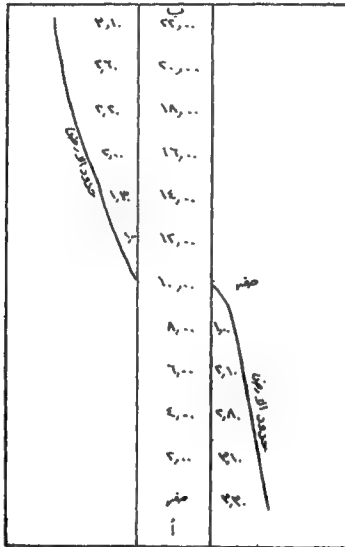
هو دفتر مستطيل طوله حوالي ٢٢ سنتم وعرضه حوالي ١٢ سنتم (شكل ١٥) ويفتح في اتجاه طوله . بوسطه خطان أحمران يمثلان خط



شكل ١٥ - دفتر الأراضي

الشريط الذي يمر في اتجاه أحد جوانب المضلع .

يرسم كروكي التفاصيل المجاورة لخط الشريط على الجانبين . تكتب بين الخطين الآخرين أبعاد نقاط المساقط عن بداية خط الشريط . أما أطوال



شكل ١٦ - نموذج للتدوين في دفتر الأراضي

المسافات المأمودية عن هذه النقط فتكتب على جانبي الخطين حسب موقعها من خط الشريط في الطبيعة .

وفي حالة قطع الحدود لخط شريط على الأرض يبين ذلك في دفتر الحقل بنقل نقطة تقاطع خط الحدود مع أحد الخطين الأحمرين إلى الخط الثاني لأن الخطين في الواقع عبارة عن خط واحد هو خط الشريط (شكل ١٦) .

و - ملاحظات عامة على أخذ التفاصيل

١ - الخط المستقيم يكفي لتحديده قياس خطين من خطوط التحشية أي تحديد نقطتين اثنتين عليه فقط . ومن السهل بعد ذلك تحديد أية نقطة عليه بقياس بعدها على الخط المستقيم نفسه .

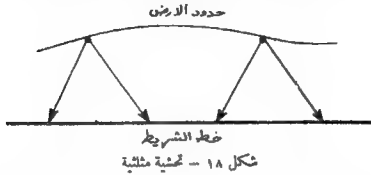
٢ - خطوط التحشية الطويلة غير اقتصادية وتكلف عناء ووقتاً في عملها . لذلك يستحسن عمل خطوط تحشية مساعدة للأجزاء الطويلة كما هو مبين في الشكل ١٧ .



شكل ١٧ - خطوط تحشيشية مساعدة

٣ - يمكن استعمال التحشية المثلثية في بعض المواقع المهمة لتدقيق عمل

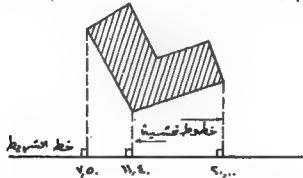
التحشية العمودية . وتعني التحشية الثلثية تحديد مواقع نقط على الأرض عن طريق قياس مسافتين من نقطتين على خط الشريط (شكل ١٨) .



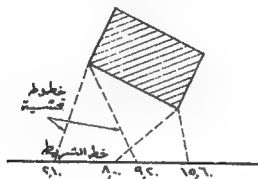
٤ - مقياس الرسم الذي يستعمل في رسم الخريطة يحدد مدى الدقة المتوخاة في القياس ورصد التفاصيل . إذ لا داعي لأخذ تفاصيل لا يسمح مقياس الرسم المستعمل ببيانها .

ز - طرق رفع المباني

١ - ترفع المباني القائمة الزاوية باستعمال تحشية عمودية وذلك عن طريق إسقاط أعمدة من زوايا المباني على خط الشريط وتبيان مواقع الإسقاط على خط الشريط ثم قياس المسافة بين الزاوية وهذا الخط (شكل ١٩) .

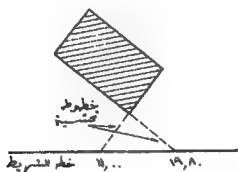


٢ - يمكن استعمال التحشية المثلثية لرفع الأبلية وذلك بقياس بعد زاوية المبنى عن نقطتين مناسبتين على خط الشريط (شكل ٢٠) . كذلك



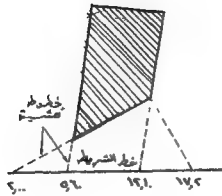
شكل ٢٠ - رفع مباني التحشية مثلثية

بإمكان مدّ اتجاه من المبنى وتحديد نقطة التقائه مع خط الشريط ثم قياس أية مسافة أخرى من زاوية المبنى إلى خط الشريط (شكل ٢١) . يمكن الجمع بين التحشية العمودية والتحشية المثلثية لتدقيق العمل .



شكل ٢١ - رفع مباني اتجاه البناء

٣ - المباني ذات الزوايا غير القائمة تستعمل فيها التحشية العمودية والمثلثية لتحديد ضلعين من المبنى ثم تحدد خصائص المبنى الأخرى بربطها بالضلعين المذكورين وبخط الشريط (شكل ٢٢) .



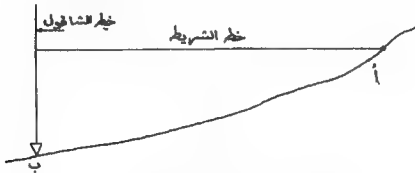
شكل ٢٢ - وضع مبنى ذي زوايا غير قائمة

٤ - إذا كان المبنى لا يحاور خط التأسيس مباشرة بل يقع خلف مبنى آخر، يتم في هذه الحالة توقييع المبنى الأول المجاور لخط التأسيس ثم يتم توقييع المبنى الثاني عن طريق ربطه بالمبنى الأول .

٥ - لرفع الأشكال المنتظمة كالربيع والمستطيل يكفي تعيين ضلع واحد للمبنى بالنسبة لخط التأسيس ثم رفع باقي الأضلاع من هذا الضلع .

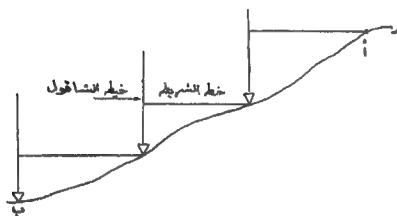
ح - القياس في حالة الأراضي المنحدرة :

إذا كان المطلوب قياس طول المسقط الأفقي للخط المائل أ ب



شكل ٢٣ - القياس في الأراضي المنحدرة

(شكل ٢٣) ، يحمل الشاقول فوق النقطة السفلى ب ثم يمدّ الشريط أفقياً من نقطة أ حتى التقائه مع الحيط العمودي فوق ب وتؤخذ القراءة عليه . وفي حال تعذر القياس مرة واحدة ، يقام بالقياس على اجزاء من أ الى ب او من ب الى أ (شكل ٢٤) ٠ في جميع الحالات يمدّ الشريط أفقياً عند القياس ويكون التأكد من أفقيته التقريبية بالنظر .



شكل ٢٤ - تجزأة القياس في الاراضي المنحدرة

ط - عمليات مساحة بالشريط (دون استعمال اجهزة زاوية)

١ - اقامة عمود من نقطة مفروقة على اتجاه معلوم

أ (عمل مثلث أضلاعه تتناسب مع ٣ : ٤ : ٥ او مكرراتها . لنفترض ان أ ب هو خط تربط عليه النقطة ج (شكل ٢٥) ومطلوب اقامة عمود أفقي من هذه النقطة على خط الشريط . حدّد النقطة ه على



شكل ٢٥ - إقامة عمود: ١، ٢، ٣، ٤، ٥

خط الشريط بعيداً أربعة أمتار عن ج . ارسم قوساً على الأرض ذات بعد ثلاثة أمتار عن ج وقوساً آخر ذات بعد خمسة أمتار عن ه . لتكن نقطة التقاء القوسين النقطة د . الخط ج د هو العمود المطلوب على الخط أ ب .

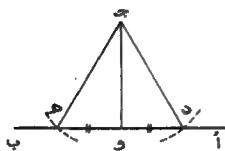
ب (إقامة عمود من نقطة ج على الخط أ ب (شكل ٢٦) ، قس



شكل ٢٦ - إقامة عمود : مثلثان متطابقان

د ج = ج ه . وبطول مناسب ثبت الشريط في د واصل قوساً يسن الشوكة على الأرض . وبنفس الطول اركز في ه وارسم قوساً آخر يتقاطع مع الاول في و فيكون ج و العمود المطلوب .

٢ - اسقاط عمود على اتجاه معلوم من نقطة خارجة عنه



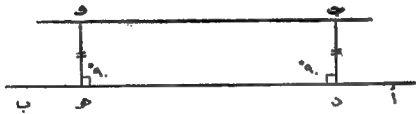
شكل ٢٧ - اسقاط عمود

لاسقاط عمود من النقطة ج على الخط أ ب ، ضع صفر الشريط على النقطة ج وبطول اكبر قليلاً من المسافة بين النقطة وخط الشريط أ ب ، ارسم قوساً يتقاطع مع خط الشريط في نقطتين د و ه .

نصف المسافة بين د و ه عند و فيكون الخط ج و الخط المنشود
(شكل ٢٧) .

٣ - تعيين اتجاه موازي لآخر ومار في نقطة خارجة عنه

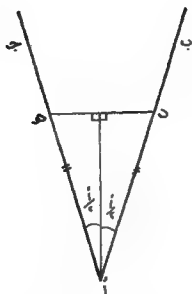
ليكن الخط المغطى هو أ ب والنقطة المطلوب إنشاء مواز له خلالها هي ج (شكل ٢٨) . اسقط العمود ج د من ج ثم قس طوله . من أية نقطة ه على الخط أ ب ، اقم العمود ه و مساوياً في الطول للعمود ج د فيكون ج و خطاً موازياً للخط أ ب .



شكل ٢٨ - إنشاء خط موازي لآخر

٤ - إيجاد قيمة زاوية

يمكن معرفة قيمة زاوية على الأرض بواسطة الشريط بالطريقة التالية (شكل ٢٩) . تؤخذ مسافة على الاتجاه أ ب من تساوي طول الشريط مثلاً وتؤخذ نفس المسافة من أعلى الساق الأخرى للزاوية



ولكن هاتان المسافتان أ د
و أ هـ . تقاس المسافة د هـ
وتحسب قيمة الزاوية عند
أ من المعادلة التالية .

$$\text{جا } \frac{1}{2} = \frac{1}{2} \times \frac{أ د}{د أ}$$

شكل ٢٩ - إيجاد قيمة زاوية الشريط

ي - الاعطاء المحتملة في القياس بالشريط

١ - الخطأ في طول الشريط ويصحح ان امكن والا فيرصد الطول
المقاس ويحسب الطول الحقيقي بالمعادلة التالية :

$$\frac{\text{الطول الحقيقي للشريط}}{\text{الطول الاسمي للشريط}} = \frac{\text{الطول الحقيقي للنقط}}{\text{الطول المقاس للنقط}}$$

٢ - الخطأ في التوجيه . هذا الخطأ يسبب قياس خط منكسر اطول
من الحقيقي . ولتفادي ذلك يتم التوجيه بآلات ذات مناظير بدل التوجيه
بالعين المجردة .

٣ - الخطأ الناتج عن عدم شد الشريط شداً كافياً . ويسبب ذلك
زيادة في طول الاتجاهات المقاسة .

٤ - الخطأ الناتج عن عدم التماس في خط أفقي خصوصاً في الانحدارات الشديدة .

٥ - الأخطاء الخاصة في عملية الرصد كاستعمال الشاقول وقراءة الشريط والغلط في عد الشوك المستعملة والغلط في الكتابة في دفتر الحقل .

٦ - الخطأ الناتج عن تغيرات في درجة الحرارة التي تؤثر على طول الشريط .

ك - صليات بالشريط تعترض اجرامها موانع

١ - المانع يمتدح القياس فقط وبالأمكن القياس حول المانع

أ (لقياس المسافة أ ب (شكل ٣٠) ، أقم الأعمدة ج د و هـ على أ ج و ب و بحيث تكون ج د = و هـ ويكون الطول أ ب = أ ج + د هـ + و ب .

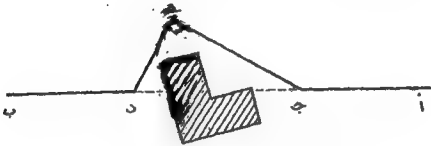


شكل ٣٠ - قياس طول مع وجود مانع : ١

ب (عين ج و د على الاتجاه أ ب . انشيء المثلث ج هـ د قائم الزاوية في هـ كما في الشكل ٣١ فينتج أن :

$$ج د = \sqrt{(ج ا)^2 + (د ا)^2}$$

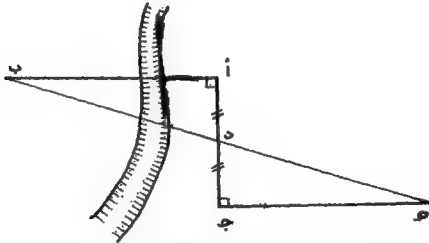
ويكون الطول المنشود $أ ب = أ ج + ج د + د ب$.



شكل ٣١ - قياس طول مع وجود مانع : ٢

٢ - المانع يعترض القياس فقط وليس بالإمكان القياس حول المانع

لقياس المسافة $أ ب$ بين نقطتين يفصل بينهما نهر مثلا (شكل ٣٢) ،



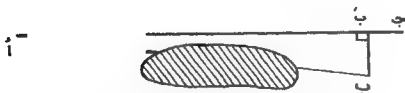
شكل ٣٢ - قياس طول مع وجود مانع : ٣

انشيء مثلثين متطابقين أ ب د و د ه ج بحيث يكون أ ب = ج ه وذلك بإقامة العمود أ ج وتنصيفه في د . من ج اقم عموداً ثم مدّ ب د على استقامته حتى يتقاطع مع هذا العمود في ه فينشأ المثلثان المتطابقان .

٣ - المانع يعترض القياس والتوجيه

لقياس المسافة بين النقطتين أ و ب دون امكان رؤيتها من بعضهما البعض ، حدد الخط أ ج من أ اقرب ما يكون الى اتجاه الخط أ ب (شكل ٣٣) واسقط عليه من ب العمود ب ب' وقس طوله . قس طول الخط أ ب' ويكون

$$أ ب = \sqrt{أ ب'^2 + ب ب'^2}$$



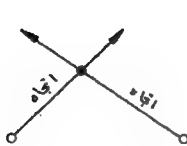
الفصل الثالث

قياس الزوايا والاتجاهات

١ - طرق توقيع النقاط

يمكن تحديد موقع نقطة بواسطة قياس واحد مما يلي : (شكل ٣٤)

- ١ - اتجاهها ومسافتها من نقطة معلومة .
- ٢ - اتجاهها من نقطتين معلومتين .
- ٣ - مسافتها من نقطتين معلومتين .
- ٤ - اتجاهها من نقطة معلومة ومسافتها من نقطة معلومة أخرى .



٢



٤



٥

شكل ٣٤ - طرق توقيع النقط

تحديد الاتجاه يعني إيجاد قيمة الزاوية الواقعة بين النقطة المراد تحديدها ونقطة أخرى ثابتة أو إيجاد الزاوية بين النقطة المراد تحديدها واتجاه ثابت كالالاتجاه الذي تتخذه الأبرة المغناطيسية مثلاً نحو الشمال المغناطيسي . ويقصد بالزاوية بين نقطتين دوماً الزاوية بين إسقاط هاتين النقطتين على سطح أفقي تقع فيه النقطة الثالثة التي تقاس الزاوية عندها . وهذا يعود كما سبق وقيل،

إلى أن جميع الخرائط والمسطحات تمثل اسقاطات على مسطح أفقي للأشكال التي تظهر عليها .

أعمال المساحة التي تتضمن قياس زوايا تكون مبنية على هيكل عام من الزوايا والأضلاع يتكون من ترافرس مقفل ، ترافرس مفتوح أو شبكة مثلثات .

١ - ترافرس مقفل (Closed Traverse) (شكل ٢)

هو سلسلة نقط معدة ومتصلة بحيث تكون نقطة البداية والنهاية واحدة .

٢ - ترافرس مفتوح (Open Traverse) (شكل ٣)

هو سلسلة نقط معدة ومتصلة بحيث تكون نقطتا البداية والنهاية مختلفتين .

٣ - شبكة مثلثات (Triangulation) (شكل ٤)

هي سلسلة نقط معدة وتوَلَف فيا بينها مجموعة مثلثات بحيث تقاس فقط زوايا هذه المثلثات عدا مثلث واحد يقاس أحد أضلاعه بشكل دقيق جداً .

ب - أجهزة قياس الزوايا وتحديدها

فيا يلي لائحة بأهم أجهزة قياس الزوايا وتحديدها على أن يبعث أهمها بالتفصيل في الفصول التالية :

١ - البوصلة المنشورية (Surveyor's Compass) (شكل ٣٥)



هي جهاز مؤلف من إبرة مغناطيسية تتجه دوماً نحو الشمال المغناطيسي وموضوعة في علبة مدرّجة . وعند رصد نقطة معينة خلال شق متصل بعلبة البوصلة، يمكن تحديد قيمة الزاوية بين اتجاه الإبرة المغناطيسية (الشمال) وبين اتجاه النقطة المرصودة . وتكون الزاوية درجة انحراف لنقطة عن الشمال .

شكل ٣٥ - البوصلة المنشورية

٢ - التيودوليت (Transit or Theodolite) (شكل ٣٦)

هو جهاز دقيق للغاية يقيس الزاوية بين نقطتين على سطح الأرض بعد تثبيته عند ثلاثة تشكيل رأس الزاوية المراد إيجادها .

٣ - اللوحة المستوية (Plane Table) (شكل ٣٧)

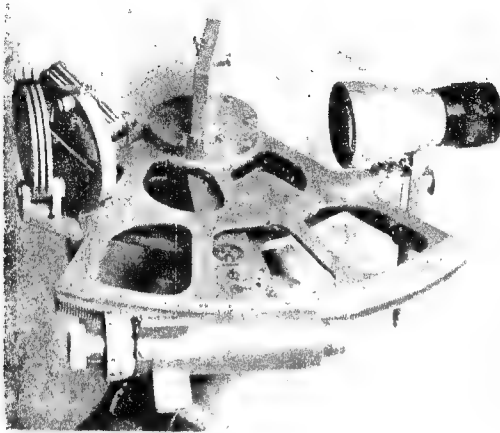
يتألف هذا الجهاز من لوحة أفقية عليها ورقة رسم . تثبت اللوحة عند رأس الزاوية المراد معرفتها ويرسم على الورقة خط مواز للخط المتجه نحو أحد ضلعي الزاوية . ثم يرسم خط ثاني باتجاه الضلع الثاني ، وتكون الزاوية بين الاتجاهين هي الزاوية المرسومة على الورقة .



شكل ٣٦ - التيودوليت



شكل ٣٧ - اللوحة المستوية



شكل ٣٨ - السكتان

٤ - السكتان (Sextant) (شكل ٣٨)

يستعمل هذا الجهاز بالدرجة الاولى في المسح المائي بأخذ زوايا من مركب متحرك وذلك لتمكن هذا الجهاز من قياس زوايا في اي مسطح كان دون الحاجة لأن يكون هذا المسطح افقياً . وهو اذق جهاز لقياس الزوايا باليد بحيث يمكن استعماله ايضاً في بعض الاعمال الاستكشافية على الاراضي .

٥ - المثلث المرئي (Optical Square) (شكل ٣٩)

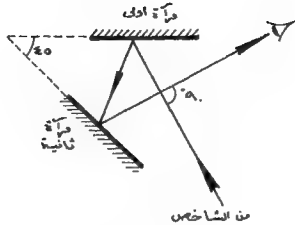


شكل ٣٩ -
المثلث المرئي

هذا الجهاز مؤلف من مرآتين ، الزاوية بينهما تساوي ٤٥ درجة ، موضوعتين في علبة مغلقة . فإذا وقع شعاع ضوء على احداهما ، فإن هذا الشعاع ينعكس من المرآة الاولى للثانية ثم ينعكس مرة أخرى من المرآة الثانية بحيث يكون الشعاع المنعكس نهائياً من الجهاز متعامداً على الشعاع القادم اصلاً للمرآة الاولى . وعليه فإن الناظر للمرآة الثانية يرى دائماً باتجاه متعامد على الخط الواصل بينه وبين الجهاز (شكل ٤٠) .

لإنشاء خط متعامد على الخط أ ب ، احل الجهاز فوق النقطة أ وانظر خارج الجهاز نحو شاخص عند ب . اطلب من شخص أن يحمل شاخصاً آخرأ باتجاه متعامد تقريباً على أ ب . دعه يتحرك حتى تتمكن من رؤيته خلال الجهاز وليكن ذلك عند نقطة ج مثلاً . عندها يكون اتجاه أ ج متعامداً على اتجاه أ ب .

يلاحظ بأن المثلث المرئي هو جهاز لتحديد زوايا قائمة فقط وهو ، بخلاف الأجهزة المذكورة أعلاه ، لا يمكن من قراءة زاوية . وهو يستعمل بكثرة عند المسح بالشريط لإنشاء أعمدة بدقة وسرعة .



شكل ٤٠ - طريقة عمل التلك الرئي

ج - الاتجاهات الثابتة المعتمدة لتحديد زوايا

١ - الاتجاه المغناطيسي (Magnetic Meridian)

وهو الاتجاه الذي تتخذ به الإبرة المغناطيسية ، وهو الممتد في أعمال قياس الزوايا بواسطة البوصلة المنشورية .

٢ - الاتجاه الجغرافي (Geographic Meridian)

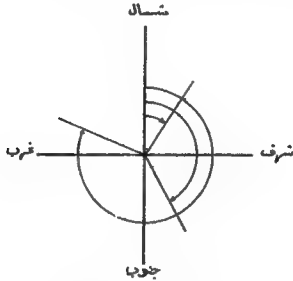
وهو الاتجاه المار بالشمال والجنوب الجغرافيين للأرض ، وهو المعتمد في رسم الخرائط عامة .

٣ - الاتجاه المفترض (Arbitrary or Assumed Meridian)

وهو اتجاه مؤقت يمكن استعماله عند رسم بعض الخرائط ومن ثم ربطه بالشمال الجغرافي أو الشمال المغناطيسي مثلا .

د - طرق تعيين الاتجاهات

١ - الانحراف الدائري (Azimuth) (شكل ٤١)



شكل ٤١ - الانحراف الدائري

يقاس الانحراف من خط الشمال (أو خط الجنوب) الذي يعتبر صفراً ثم تزايد الزاوية في اتجاه عقرب الساعة حتى تصل إلى 360° ، ويكون الانحراف بين صفر و 360° .

٢ - الانحراف الربع دائري (Bearing) (شكل ٤٢)

فيه تقسم دائرة الأفق إلى أربعة أقسام تحدّد بخط شمال - جنوب وخط شرق - غرب . وتقرأ الزاوية في القسمين العلويين من خط الشمال حتى 90° باتجاه الشرق أو الغرب . وفي القسمين السفليين ، يقرأ الانحراف حتى

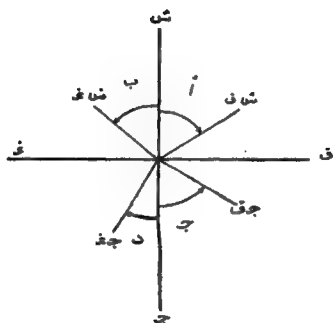
٩٠° من الجنوب باتجاه الشرق أو الغرب وتمطى قيم الزوايا على النحو التالي
(قيمة قصوى لكل منها ٩٠ درجة) :

زاوية أ : ش ق

زاوية ب : ش غ

زاوية ج : ج ق

زاوية د : ج غ



شكل ٧ - الاتجاهات الربيع دائري

والملاحظ بأن الشمال أعطي حرف « ش » ، الجنوب حرف « ج » ،
الشرق حرف « ق » ، والغرب حرف « غ » .

٣ - زاوية انكسار الخط (Deflection Angle) (شكل ٤٣)



شكل ٤٣ - زاوية انكسار الخط

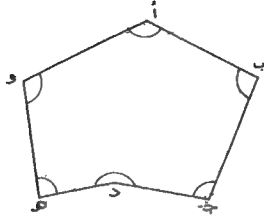
هي الزاوية بين امتداده خط عبر نقطة والخط المنطلق من النقطة .
وذكر قيمة الزاوية مع ذكر يسار أو يمين وفق اتجاه الخط المنطلق
من النقطة .

٤ - زاوية نحو اليمين (Angle to the Right) (شكل ٤٤)



شكل ٤٤ - زاوية نحو اليمين

هي الزاوية بين الخط الذي يسبق النقطة المقاس عندها الزاوية
والخط الذي يتبع هذه النقطة على أن تقاس الزاوية هذه دائماً باتجاه
عكس الساعة .



شكل ٤٥ - الزوايا الداخلية لتوافرس

٥ - الزوايا الداخلية لتوافرس (Interior Angles) (شكل ٤٥)

هي الزوايا المحصورة ضمن شكل هندسي متعدد الزوايا . ويجب أن يكون مجموع الزوايا الداخلية لأي توافرس مساوياً للتالي :

$$(٢ - ٥) \cdot ١٨٠$$

حيث تمثل ٥ عدد اضلاع التوافرس .

٥ - نماذج

نموذج ١ : أوجد الانحراف الدائري لاضلاع التوافرس أ د من الانحرافات الربيع دائرية التالية :

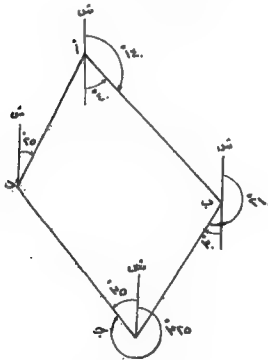
الانحراف الربيع دائري

ج ٤٠°
ج ٣٠°
ش ٣٥°
ش ٢٥°

الضلع

أ ب
ب ج
ج د
د أ

الحل : (راجع شكل ٤٦)



شكل ٤٦ - نموذج

الانحراف الداخلي للضلع أ ب = $180^\circ - 40^\circ = 140^\circ$

الانحراف الداخلي للضلع ب ج = $180^\circ + 30^\circ = 210^\circ$

الانحراف الداخلي للضلع ج د = $360^\circ - 35^\circ = 325^\circ$

الانحراف الداخلي للضلع د أ = $360^\circ - 25^\circ = 335^\circ$

نموذج ٢ : يبين الجدول التالي الزوايا الداخلية لتتافرس
 أ ب ج د ه المستى باتجاه عقرب الساعة . المطلوب إيجاد الانحراف
 الدائري لجميع أضلاع التتافرس مع العلم بأن الانحراف الدائري للضلع
 أ ب هو 110° .

الزاوية الداخلية

92°	أ
78°	ب
130°	ج
42°	د
208°	هـ

الحل : (راجع شكل ٤٧)

انحراف الضلع أ ب = 110°

قيمة الزاوية ب' = $180 - 110 - 78 = 92^\circ$

قيمة الزاوية ج' = $180 - 92 - 78 = 10^\circ$

انحراف الضلع ب ج = $180 + 10 = 190^\circ$

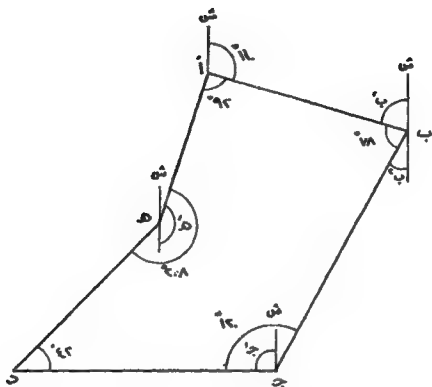
قيمة الزاوية د' = $180 - 190 - 130 = -40^\circ$

انحراف الضلع ج د = $180 - 40 = 140^\circ$

انحراف الضلع د هـ = $180 - (40 - 180) = 50^\circ$

قيمة الزاوية هـ' = $180 - 50 - 208 = -78^\circ$

انحراف الضلع هـ أ = $180 - 78 = 102^\circ$



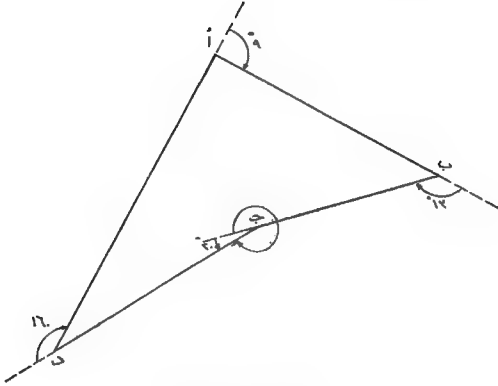
شكل ٤٧ - نموذج ٢

نموذج ٣ : يبين الجدول التالي زوايا انكسار خطوط أضلاع الترافرس
 ا ب ج د . المطلوب إيجاد قيمة الزوايا نحو اليمين وقيمة الزوايا
 الداخلية للترافرس .

زاوية انكسار الخط

أ	٩٠° يمين
ب	١٣٠° يمين
ج	٢٠° يسار
د	١٦٠° يمين

الحل : (راجع الشكل ٤٨)



شكل ٤٨ - نموذج ٣

الزوايا نحو اليمين :

$$٩٠ = ا$$

$$١٣٠ = ب$$

$$٣٤٠ = ز - ٣٦٠ = ج$$

$$١٦٠ = د$$

الزوايا الداخلية للترافرس :

$$أ \quad ٩٠ = ٩٠ - ١٨٠ = ٩٠$$

$$ب \quad ٥٠ = ١٣٠ - ١٨٠ = ٥٠$$

$$ج \quad ٢٠٠ = ٢٠ + ١٨٠ = ٢٠٠$$

$$د \quad ٢٠ = ١٦٠ - ١٨٠ = ٢٠$$

نموج ٤ : في مثلث أ ب ج ، أوجد قيمة الزاوية الداخلية أ إذا
عطت أن قيمة الزاويتين ب و ج هي ٣٠° ' ٤٠° ' ٢٧° و ٤٥°
 . ٨٤° ' ٢٧°

الحل : قيمة الزاويتين ب و ج تساوي :

$$٣٠^\circ \quad '٤٠ \quad '٢٧$$

$$\underline{٨٤^\circ \quad '٢٧ \quad '٤٥}$$

$$١١١^\circ \quad '٦٧ \quad '٧٥$$

$$\text{أو } ١١٢^\circ \quad '٨ \quad '١٥$$

$$\text{قيمة الزاوية أ } = ١٨٠^\circ - ١٥^\circ \quad '٨ \quad '١١٢$$

$$= ٦٠^\circ \quad '٥٩ \quad '١٧٩ - ١٥^\circ \quad '٨ \quad '١١٢$$

$$= ٤٥^\circ \quad '٥١ \quad '٦٧$$

و - تمرين :

تمرين ١ : أوجد الانحرافات الدائرية للترافرس المفتوح أ ب ج د هـ و
من الانحرافات الربيع دائرية التالية :

الانحراف الربيع فائري	الطلع
ج ٢٠ ° ق	أ ب
ج ١٠ ° خ	ب ج
ج ٧٠ ° ق	ج د
ج ٢٠ ° ق	د هـ
ش ٨٠ ° ق	هـ و

تمرين ٢ : يبين الجدول التالي الانحرافات الدائرية لتراقوس
أ ب ج د هـ و . المطلوب إيجاد الزوايا الداخلية لهذا التراقوس .

الانحراف الدائري	الطلع
١١٠ °	أ ب
٢٠٠ °	ب ج
٣٥٠ °	ج د
٢٥٠ °	د هـ
٣٠ °	هـ و
١٠ °	و أ

تمرين ٣ : يبين الجدول التالي الانحرافات الربيع دائرية للخطوط
المذكورة (استعملت الحروف ش للشمال ، ج للجنوب ،
ق للشرق ، غ للغرب)

الانحراف الربع دائري	المحيط
ش ١١' ١٥° غ	أ ب
ج ١٤' ٢٧° غ	ج د
ج ٦' ٥° ق	هـ و
ش ٢٤' ٨٢° ق	ز ح

أوجد الإنحرافات الدائرية لهذه الخطوط المقاسة من خط الشمال
باتجاه الشرق .

الفصل الرابع

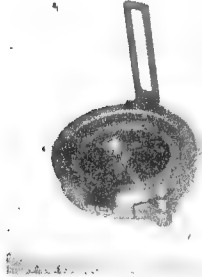
البوصلة المنشورية

١ - الأجزاء الرئيسية (شكل ٤٩)

تتألف البوصلة المنشورية من الأجزاء الرئيسية التالية :

- ١ - علبة مستديرة تحوي ابرة مغناطيسية ودائرة مدرّجة .
- ٢ - خط نظر يتحدّد عادة بشمّرتين عاموديتين أو بشقّتين عاموديتين أو بشمرة وشق .
- ٣ - ابرة مغناطيسية تتجه بحريّة دوماً نحو الشمال المغناطيسي ومتصلة

بدائرة مدرّجة من صفر إلى ١٨٠ درجة ابتداء من الشمال أو الجنوب
باتجاه الشرق والغرب .

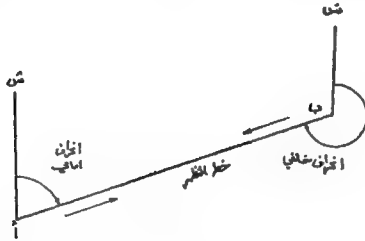


شكل ٤٩ - البوصة المناشير

وبالإضافة إلى الأجزاء الرئيسية المذكورة أعلاه فإن البوصة تحوي
بعض الأجزاء الثانوية المساعدة . من ذلك منشور ثلاثي يكبّر الدائرة
المدرّجة ليسهل قراءتها ومسمار لرفع الإبرة المغناطيسية وخفضها تهدئة
لحركتها . البوصة مجهزة بأسفلها بقلالوز يمكن تثبيتها على قاعدة فوق
نقطة معينة كما يمكن استعمالها باليد في الأعمال الأقل دقة .

ب - طريقة الاستعمال

لايجاد انحراف الخط أب عن الشمال المغناطيسي ، اتبع التعليمات التالية : (شكل ٥٠)



شكل ٥٠ - طريقة استعمال البوصلة المشرورية

١ - ضع البوصلة المشرورية أفقياً فوق النقطة أ بثبيتها فوق القاعدة واستعمال الشاقول للتأكد من أن محور البوصلة يمرّ بالنقطة أ .

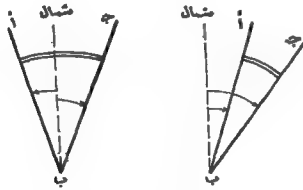
٢ - أدر علبه البوصلة بحيث يكون خط النظر مطابقاً للخط أب . ويتم ذلك بالنظر خلال الشق العامودي الأول ورؤية شاخص موضوع عند نقطة ب خلال الشق الثاني للالة .

٣ - بما ان الابرة المغناطيسية لا تتأثر باستدارة علبه البوصلة فإنها تظل متجهة نحو الشمال المغناطيسي . اقرأ على الدائرة المدرجة الزاوية بين اتجاه الابرة واتجاه الشقين (أي الخط أب) . الزاوية المقروءة تعطي انحراف الخط أب عن الشمال المغناطيسي وهو يسمى انحرافاً أمامياً .

٤ - انتقل البوصلة الى نقطة ب وأدر خط النظر باتجاه أ لتحديد انحراف خط ب أ عن الشمال المغناطيسي . القراءة الجديدة تسمى الانحراف الخلفي وتؤخذ عادة لتدقيق العمل لأن هناك علاقة بين الانحراف الامامي والانحراف الخلفي محدّدة بما يلي :

$$\text{الفرق بين الانحراف الامامي والانحراف الخلفي} = ١٨٠^\circ$$

٥ - لقراءة زاوية معينة أ ب ج مثلاً ، اوجد المحراف ب أ عن الشمال ثم انحراف ب ج عن الشمال . زاوية أ ب ج تكون فرق الانحرافين اذا كانتا سوية باتجاه او عكس اتجاه عقرب الساعة بالنسبة للشمال . في حال كون احد الانحرافين مع عقرب الساعة والآخر ضده ، تكون الزاوية بين الخطين حاصل جمع الانحرافين (شكل ٥١) .



شكل ٥١ - قراءة زاوية بالبوصلة المنصوبة

ج - خصائص البوصلة المنشورية

١ - المزايا

- أ (سهولة العمل بها بسبب خفتها وقلة أجزائها .
- ب (سرعة العمل بها مما يساعد كثيراً في الاعمال الاستكشافية .
- ج (قلة التكاليف بالنسبة للتبذير .
- د (إمكانية قراءة الانحراف مستقلاً عن غيره . لا ارتباطه فقط بالشمال .

٢ - العيوب

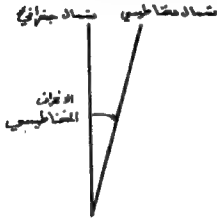
- أ (الانحرافات تقريبية ولا يمكن من مسح دقيق .
- ب (تأثر الأبرة المغناطيسية بموامل محلية تغير من اتجاه الشمال المغناطيسي .
- ج (عدم إمكانية ضبط الآلة .

د - علاقة الشمال المغناطيسي بالشمال الجغرافي

الشمال المغناطيسي يمثل مركز الثقل المغناطيسي للكرة الأرضية والذي تتجذب باتجاهه أبرة مغناطيسية حرة . أما الشمال الجغرافي فيمثل نقطة التقاء المحور الذي تدور حوله الكرة الأرضية مع هذه الكرة . والملاقة بين الشمالين تحدّد بالانحراف المغناطيسي لنقطة ما على سطح الأرض .

١ - تعريف الانحراف المغناطيسي (Magnetic Declination)

هو الزاوية المحصورة بين الاتجاه الجغرافي والاتجاه المغناطيسي ويحدد بزاوية شرقاً أو غرباً عن الاتجاه الجغرافي (شكل ٥٢) . وهذا



شكل ٥٢ - الانحراف المغناطيسي

الانحراف يتغير من مكان لآخر على وجه الأرض . ويمكن معرفته لنقطة معينة بالرجوع الى رسوم تصدرها مرصد عليها خطوط اجونية (Agonic lines) وهي قيمة الانحراف لكامل الكرة الأرضية .

٢ - تغير الانحراف المغناطيسي

يتغير الانحراف المغناطيسي لنقطة معينة على سطح الأرض تغيرات عدة أهمها :

(١) التغيرات الطويلة المدى : القرنية (Secular Variations)

(٢) التغيرات السنوية (Annual Variations)

(٣) التغيرات اليومية (Daily Variations)

(٤) التغيرات غير المنتظمة نتيجة عوامل ارضية رئيسية .

٣ - الجاذبية المحلية (Local Attraction)

تتأثر ابرة البوصلة المتشورية بالمعادن التي تكون قريبة منها أثناء الرصد فلا تتجه نحو الشمال المغناطيسي الحقيقي . وهذه المؤثرات التي تسمى بالجاذبية المحلية مهمة جداً في كثير من الاحيان بحيث يتوجب تصحيح الزوايا المقروءة . يكون ذلك بأخذ الانحراف الامامي والانحراف الخلفي لحظ ما والتأكد بأن الفرق بين الانحرافين يساوي ١٨٠ درجة .

٥ - نموذج لحساب الزوايا

ما هي قيمة الزاوية أ ب ج اذا كان انحراف الخط ب أ يساوي ٢٠' ٣٠" وانحراف الخط ب ج يساوي ١١٥' ٠٠" ؟

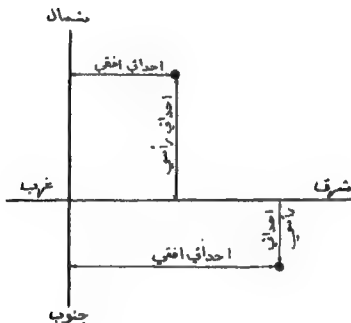
الحل : الزاوية أ ب ج تساوي

$$١١٥' ٠٠" - ٢٠' ٣٠" = ٩٤' ٣٠"$$

و - الاحداثيات (Coordinates)

تضمنت الصفحات السابقة شرح طرق ايجاد اضلاع وزوايا الترافرس ولتسهيل الرسم والحساب ، تستعمل طريقة الإحداثيات لوصف خصائص الترافرس . والاحداثيات عبارة عن مساقط لنقطة او خط على اتجاهين متعامدين يكونان عادة خط الشمال - الجنوب (رأسي) وخط الشرق - الغرب (افقي) . يسمى الإسقاط على الخط الرأسى

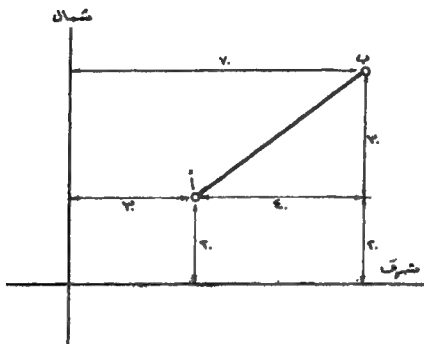
احداثيات رأسية (Latitude) ويسمى الاسقاط على الخط الافقي احداثيات افقية (Departure) (شكل ٥٣) .



شكل ٥٣ - الإحداثيات

لعمل احداثيات ، تقسم دائرة الافق الى اربعة اقسام محددة بالاتجاهات الاربعة : شمال ، شرق ، جنوب ، غرب . وتكون الاحداثيات الرأسية ايجابية اذا كانت أعلى خط شرق - غرب وسلبية اذا كانت اسفل هذا الخط . اما الاحداثيات الافقية فتكون ايجابية اذا كانت على يمين خط الشمال وسلبية اذا كانت على يساره . ويحدد موقع خط معين بتحديد احداثيات طرفيه .

مثال على ذلك ، نفترض ان احداثيات النقطتين أ وب هي كما يلي (شكل ٥٤) .



شكل ٥٤ - نموذج عن الإحداثيات

أ : احداثي أفقي = ٣٠ احداثي رأسي = ٢٠

ب : احداثي أفقي = ٧٠ احداثي رأسي = ٥٠

فيكون الفارق في الاحداثي الأفقي يساوي $40 = 70 - 30$ والفارق في الاحداثي الرأسي $30 = 50 - 20$ وعليه يكون طول الخط

$$أ ب \text{ ساوي } \sqrt{(30)^2 + (40)^2} .$$

ز - تقارين

تقوين ١ : استعملت البوصلة المنشورية لقياس الانحرافات ترافرس مقفل
أ ب ج د هـ فكانت النتائج كما هو مبين في الجدول التالي
(الانحرافات دائرية من الشمال باتجاه الشرق) . المطلوب
حساب الزوايا الداخلية للترافرس .

الانحراف	الجانب
°١٠٠	أ ب
°٢٦٠	ب ج
°٣٣٠	ج د
°٧٠	د هـ
°١١٠	هـ أ

تقوين ٢ : يتضمن الجدول التالي إحداثيات النقط أ ب ج د . المطلوب
حساب الأطوال أ ب ، ب ج ، ج د وقيمة الانحراف كل منها
عن الشمال .

النقطة	إحداثي أفقي	إحداثي رأسي
أ	٢٠	١٠
ب	٥٠	٥٠
ج	صفر	٥٠
د	٢٠ -	٤٠

تمرين ٣ : إحدائيات النقطة أ هي (٢٠,١٠) (١٠ أفقي و ٢٠ رأسي) ، وإحدائيات النقطة ب هي (٦٠,٤٠) .
النقطة ج هي نقطة على الخط أب وإحدائها الأفقي هو ٢٥ فما هو إحدائها الرأسي ؟

تمرين ٤ : مثلت إحدائيات زوايا هي التالية (١٧,٢٥) ، (١٠- و ١٠) ،
(٢٠,١٢ -) فما هي مساحة المثلث ؟

الفصل الخامس

التيودوليت

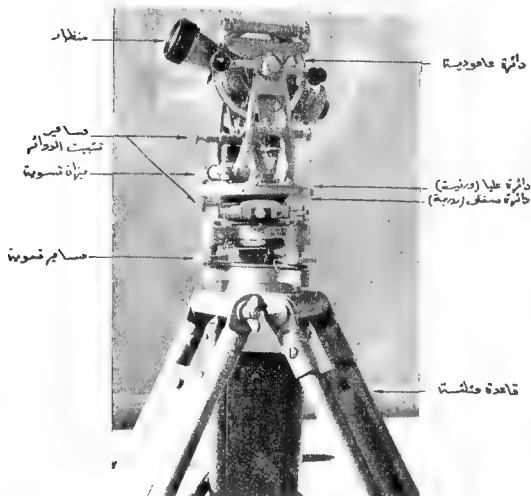
أ - الأجزاء الرئيسية (شكل ٥٥)

يعتبر التيودوليت أدق جهاز لقياس الزوايا . وهو يتألف من الأجزاء الرئيسية التالية :

- ١ - منظار مكبّر يسمح برؤية بعيدة . وهو مؤلف من مجموعة عدسات حفر على إحداها خطان واحد أفقي وواحد عامودي لتحديد النقطة المراد النظر إليها بالضبط .

٢ - دائرة عليا أفقية متصلة بالمنظار بحيث تدور مع دورانه .

وهذه الدائرة محفور عليها سهم باتجاه خط النظر الذي يتخذ المتظار .



شكل ٥٥ - التيودوليت

٣ - دائرة سفلى أفقية مدرّجة من صفر الى ٣٦٠ درجة . وهذه الدائرة يمكن ربطها بالدائرة العليا أو فصلها عنها وذلك بمسامير خاصة لذلك .

٤ - قاعدة مثلثة الأرجل يثبت إليها التيودوليت فوق نقطة ما .
ويحدد المحور العامودي للجهاز فوق النقطة بواسطة شاقول .

٥ - دائرة عامودية متصلة بالمنظار وتسمح بقراءة درجة ميلان
الآخر عن الخط الأفقي .

٦ - مسامير تسوية ثلاثة موجودة بين القاعدة المثلثة وجهاز
التيودوليت . وهذه المسامير تسمح عند ضبطها بحمل دائرتي التيودوليت
العليا والسفلى أفقيتين .

٧ - ميزان تسوية فيه فقاعة هواء ضمن سائل يستعمل للتأكد من
أن دائرتي التيودوليت أفقيتان وذلك بإدارة مسامير التسوية حتى تكون
الفقاعة في وسط أنبوب ميزان التسوية .

وعلاوة على الأجزاء المذكورة أعلاه فإن التيودوليت يحوي مجموعة
من المسامير التي تستعمل لتثبيت الدائرة العليا أو السفلى حتى لا تتحرك
عند أخذ قراءة ما .

ب - طريقة الاستعمال (شكل ٥٦)

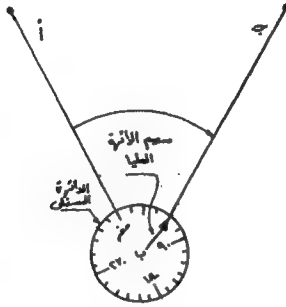
لقراءة زاوية أب ج بواسطة التيودوليت ، اتبع التعليمات التالية :

١ - ضع جهاز التيودوليت على القاعدة المثلثة فوق النقطة ب .
تأكد من أن محور الجهاز العامودي يمرّ بالنقطة ب بواسطة شاقول ممتد
من الجهاز الى النقطة .

٢ - اجعل دائرتي الجهاز أفقيتين بتحريك مسامير التسوية وجعل

فقاعة ميزان التسوية في وسطه .

٣ - ثبتت الدائرة السفلى حتى لا تتحرك وذلك بواسطة مسار خاص لذلك .



شكل ٥٦ - قراءة زاوية بالتيردوليت

٤ - حرك الدائرة العليا حتى يطابق السهم المحفور عليها علامة الصفر على الدائرة السفلى .

٥ - ثبتت الدائرة العليا بالدائرة السفلى وحلّ الدائرة السفلى ليصبح الجهاز بدائرتيه المتصلتين حراً .

٦ - وجه الجهاز بواسطة المنظار نحو النقطة أ وثبتت الدائرة السفلى .

هذا الاتجاه . وهذه الخطوة تكون أمتت أن صفر الدائرة السفلى هو باتجاه أ ب .

٧ - حلّ الدائرة العليا عن السفلى وأدر المنظار باتجاه نقطة ج .
بعد رؤية الشاخص الموضوع عند النقطة ج من خلال المنظار ، ثبت
الدائرة العليا بالدائرة السفلى . هذه الخطوة تجعل سهم الدائرة العليا
باتجاه ج مع المحافظة على صفر الدائرة السفلى باتجاه أ .

٨ - اقرأ على الدائرة السفلى الزاوية المرادفة لسهم الدائرة العليا
وتكون هي الزاوية أ ب ج .

ج - ملاحظات خاصة بالتيودوليت

ان الاستعمال الرئيسي للتيودوليت هو قراءة زوايا أفقية بدقة .
على أن هذا الجهاز يسمح أيضاً بقراءة فروقات بالارتفاع ومسافات أيضاً .
ويتم ذلك عن طريق وضع قامة (انظر شرحها في باب الميزانية) على
نقطة ما وقراءتها عند تقاطع الشمرات الأفقية على عدسة المنظار .
وتجدر الإشارة هنا الى أن هناك خطين أفقيين على عدسة المنظار بالإضافة
الى الخط الأفقي الوسطي ، فإذا أخذت قراءة القامة عند تقاطع كل
خط بها فإنه بالإمكان معرفة بُعد النقطة المرصودة وارتفاعها عن الآلة
بعملية حسابية بسيطة .

تجدر الإشارة كذلك الى أن الدقة الفائقة المرجوة في قراءة زوايا
على التيودوليت تستوجب استعمال مسطرة اضافية صغيرة اسمها ورنيه

(Vernier) توضع بمحاذاة السهم المحفور على الدائرة العليا (نموذج شكل ٥٧) وذلك للتمكن من قراءة درجات ودقائق وثواني ، الأمر الذي لا يمكن فعله بالعين المجردة دون ورنيتيه .



شكل ٥٧ - نموذج لورنيتيه

د - شبكة المثلثات (Triangulation) (شكل ٣)

لمسح منطقة كبيرة من الأرض يصبح من المتعذر عملياً قياس المسافات بشكل دقيق بالشريط . وبما انه يمكن رصد نقطة ولو بعيدة بواسطة المنظار ، فإن الطريقة المتبعة في مسح الأراضي الكبيرة تمتد بالدرجة الأولى على قياس زوايا بواسطة التيودوليت .

تنشأ لهذه الغاية شبكة مثلثات بحيث يكون من الممكن رصد نقطتين أو أكثر من كل زاوية من زوايا المثلثات دون حاجة للقياس الفعلي للمسافة بين هذه النقاط . ولمعرفة أضلاع هذه المثلثات ، يكفي قياس ضلع واحد لأحد المثلثات ويسمى بخط الأساس (Base line) . أما باقي أضلاع المثلث المتضمن خط الأساس فتحسب من زوايا المثلث . كذلك الأمر بالنسبة لجميع أضلاع المثلثات فهي تحسب من الزوايا ومن معرفة ضلع واحد فقط يكون قد حسب هو الآخر من خط الأساس .

قياس خط الأساس يتطلب دقة متناهية لأن جميع أطوال أضلاع

شبكة المثلثات محسوبة منه . لذلك فإن قياسه يتم بشريط من معدن خاص يسمى انفار (Invar) لا يتعدد كثيراً مع الحرارة . وبالإضافة الى ذلك تصحح قيمة الطول المقاس للأخذ بعين الاعتبار قيمة شد الشريط عند القياس ودرجة حرارة الجو ودرجة المحدار الشريط عنده . ولإعطاء فكرة عن دقة قياس خط الأساس فإن الخطأ المسموح به عند قياس طول ٥٠٠ متر مثلاً يجب ألا يتعدى نصف سنتيمتر .

النقط الأساسية التي تشكل زوايا المثلثات لبلاد ما تمحدد من قبل دوائر المساحة في الدولة وتثبت بشكل يمنع زحزحتها مع مرور السنين ، وذلك للاستفادة منها في عمليات مسح محلية فيما بعد .

الفصل السادس

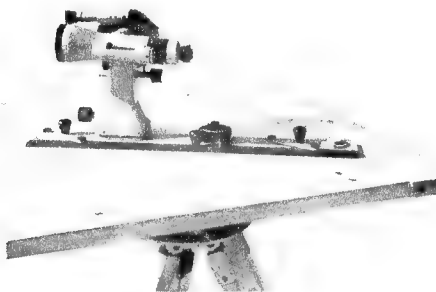
اللوحة المستوية

١ - الأجهزة الرئيسية (شكل ٥٨)

تختلف اللوحة المستوية أو البلانشيطة (Plane Table) عن غيرها من أجهزة المساحة في أنها تسمح برسم قطعة الأرض المراد رصفها مباشرة على الطيعة بدلاً من أخذ معلومات ونقلها فيما بعد على الورقة كما يحدث في الأجهزة الأخرى . وتتألف اللوحة المستوية من الأجزاء الرئيسية التالية :

١ - لوحة رسم مربعة أو مستطيلة في أسفلها قلاووز لتثبيتها بالحامل .

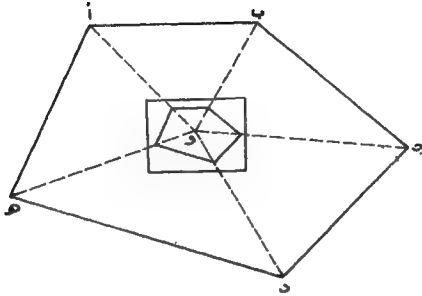
٢ - حامل اللوحة مؤلف من أرجل ثلاثة تتصل باللوحة عن طريق قلاويز .



شكل ٥٨ - اللوحة المستوية

٣ - جهاز اليداد (Alidade) مؤلف من منظار مكبر متصل بمسطرة رسم . والاليداد يوضع على لوحة الرسم ويبقى حراً دون تثبيته بها .
٤ - ميزان تسوية متصل بالاليداد أو منفصل عنها وذلك لضبط أفقية لوحة الرسم .

٥ - شوكة الاسقاط وهي عبارة عن ملقط يدخل بطرف لوحة الرسم ويتصل أحد طرفيه بخيط شاقول ويكون الطرف الآخر مدبباً وواصلاً لنقطة رسم على اللوحة . والغاية منه التأكد بأن نقطة مرسومة على سطح اللوحة هي فوق نقطة معينة على الأرض .
٦ - ورقة رسم تثبت على اللوحة .



شكل ٥٩ - للتح باللوحة المستوية

ب - طريقة الاستعمال (شكل ٥٩)

لمسح ترافرس أ ب ج د هـ بواسطة البلاشيطه ، إتبع الارشادات التالية :

١ - ركب اللوحة على الحامل فوق أية نقطة قريبة من وسط قطعة الارض أ ب ج د هـ ، واجعل اللوحة افقية بواسطة ميزان التسوية .
٢ - ثبت اللوحة لتمها من التحرك وذلك بواسطة مساجر خاص لهذه الغاية .

٣ - حدد نقطة على لوحة الرسم تمثل النقطة التي يوضع الجهاز فوقها ولتكن مثلا وسط ورقة الرسم . سمها نقطة و .

٤ - ارصد النقطة أ بواسطة منظار الاليداد بحيث يكون طرف المسطرة المتصلة بالاليداد ماراً بالنقطة و .

٥ - ارسم خطاً على الورقة بواسطة المسطرة يكون ماراً بالنقطة و ومتجهاً نحو النقطة أ .

٦ - ادر جهاز الاليداد وارصد النقطة ب . ارسم خطاً ماراً بالنقطة و ومتجهاً نحو ب .

٧ - اعد العملية باتجاه النقط المتبقية للترافرس لتحصل على شعاعات منطلقة من النقطة و باتجاه زوايا الترافرس .

٨ - قس بواسطة الشريط المسافات وأ ، وب ، وج ، ود ، وه وحدد هذه الأطوال على الشعاعات المرسومة بمد اختيار مقياس مناسب للرسم . بذلك يكون الشكل المرسوم للترافرس مائلاً للشكل الحقيقي للترافرس على الأرض واصغر منه بقيمة مقياس الرسم .

٩ - لمعرفة أية زاوية ، اذا أريد ذلك ، يمكن قياسها من الرسم بواسطة المنقلة .

الطريقة المشروحة اعلاه تسمى طريقة الاشعاع وهي اسهل طرق المسح باللوحة المستوية . وفي حال تعذر رؤية نقط الترافرس من نقطة وسطى لقطعة الأرض ، تتبع طرق اخرى تقتضي نقل البلانسيطة من مكانها عدة مرات ووضعها احياناً على زوايا الترافرس نفسها .

ج - خصائص اللوحة المستوية

١ - المزايا

- أ (سرعة المسح بالنسبة لبقاى الطرق لكون المعلومات رسم مباشرة .
- ب) امكانية تحقيق العمل على الاراضي خلال عملية المسح .
- ج) سهولة استعمال الجهاز .

٢ - المعايير

- أ (الدقة التي تمطيها اللوحة المستوية ليست في المستوى المطلوب لبعض عمليات المسح الدقيقة .
- ب) عدم وجود معلومات مدونة في دفتر لا يمكن من تغيير الرسم دون زيادة أخطاء إضافية عليه .

الفصل السابع

الميزانية

— تعريفات

١ — الميزانية (Leveling)

هي فرع من المساحة يبحث في علاقة البعد الرأسي بين نقطتين أو أكثر على سطح الأرض ومعرفة الارتفاعات والانخفاضات عن مستوى ثابت يسمى مستوى المقارنة (Datum) الذي يكون في كثير من الأحيان متوسط مستوى سطح البحر (Mean Sea Level) .

٢ - الخط الرأسي (Vertical Line)

هو الخط الذي يقع في اتجاه خيط الشاقول أي في اتجاه الجاذبية الأرضية .

٣ - السطح الأفقي (Horizontal Plane)

هو السطح الذي يكون عند أية نقطة فيه عمودياً على خيط الشاقول المار في هذه النقطة .

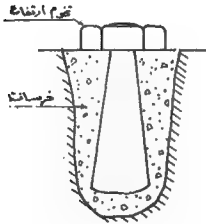
٤ - الخط الأفقي (Horizontal Line)

أي خط يقع في سطح أفقي .

٥ - منسوب نقطة (Elevation)

هو الفارق العمودي بين النقطة وبين مستوى مقارنة يكون عادة مستوى سطح البحر .

٦ - تقويم ارتفاع أو روبر (Bench Mark) (شكل ٦٠)



شكل ٦٠ - تقويم ارتفاع

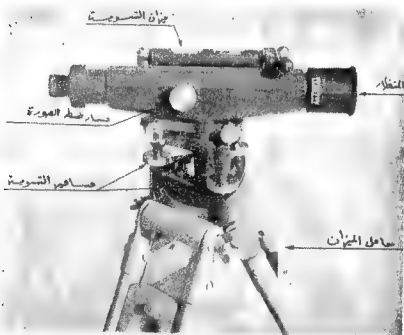
هي نقط ثابتة على الأرض تقوم بوضعها دوائر المساحة الحكومية وتحديد بدقة متناهية مناسيب ارتفاعها عن سطح البحر . وتكون هذه التقويم مرجعاً لتحديد مناسيب أعمال مساحة يقام بها في المنطقة التي تقع فيها التقويم دون الرجوع المباشر

لسطح البحر لأخذ قراءات ارتفاع عليه . ونقوم الارتفاع تكون عادة مؤلفة من رأس حديد متصل بمواسير حديد مثبتة بالاسمنت في المباني والجسور وعلى المرتفعات شرط أن يظهر منها ما يكفي لوضع القامة عليها .

ب - الطرق العامة لمعرفة الفرق في الارتفاع بين نقطتين

١ - القياس المباشر للفرق في الارتفاع بواسطة الميزان وهي الطريقة الأكثر دقة واستعمالاً في أعمال الميزانية .

٢ - القياس غير المباشر وذلك عن طريق معرفة زاوية الميل بين النقطتين والمسافة الأفقية بينهما .



شكل ٦١ - الميزان

٣ - الميزانية البارومترية وهي تعتمد على قياس الفرق في الضغط

الجوي بين نقطتين لمعرفة الفرق في الارتفاع بينهما . وهذه الطريقة لا تستعمل سوى في الأعمال الاستكشافية حيث الفرق في الارتفاع كبير جداً .

ج - الأجهزة والمعدات المستعملة في الميزانية

١ - الميزان (Level) (شكل ٦١ وشكل ٦٢)

الميزان هو الجهاز الرئيسي لقراءة الفروقات في الارتفاع والانخفاض بين نقط على سطح الأرض . وهو يتألف من الأجزاء الرئيسية التالية :

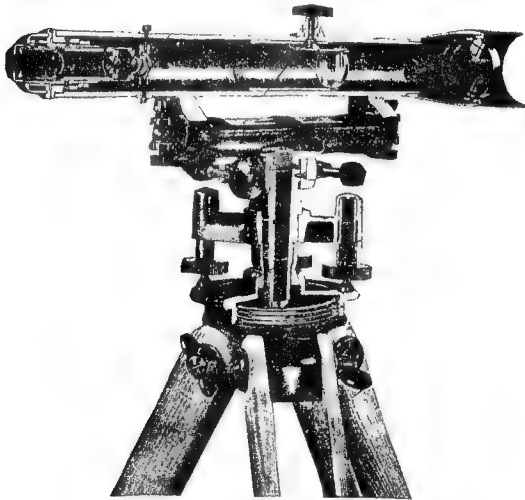
أ (المنظار (Telescope)

يتألف المنظار من اسطوانتين تتحرك الواحدة منها داخل الأخرى . وتحوي الاسطوانتان عدستي الشيئية لتكون صورة مصغرة مقلوبة والميلية لتكبير هذه الصورة . ويمكن الحصول على صورة حقيقية مكبرة او صورة مقلوبة مكبرة وذلك وفقاً لتكوين المنظار المستعمل . وعلى مسافة صغيرة من الميلية يوجد حامل شمعات محفور عليه خط افقي في وسط دائرة المنظار لأخذ قراءة القامة عليه عند الاستعمال .

ب) ميزان التسوية (Leveling Screws)

يتألف ميزان التسوية من انبوب زجاجي دائري المقطع يملأ اقلية بالكحول ، والجزء الباقي ، وهو الفقاعة ، يملأ بالهواء وبخار الكحول . وعلى جانبي منتصف الأنبوب تحفر خطوط تلاء باللون الأسود على ابعاد

متساوية لمعرفة موقع الفقاعة بالنسبة للأنبوب . ويعتمد ميزان التسوية على ان سطح أي سائل ساكن هو سطح مستو لانه عمودي في أية نقطة فيه على اتجاه الجاذبية الأرضية . وهو يستعمل بالميزان لضبط المنظار في اتجاه افقي وذلك بالتأكد بأن الفقاعة هي في منتصف الأنبوب .



شكل ٦٢ - مقطع لميزان

(ج) مسامير التسوية (Leveling Screws)

هي مسامير ثلاثة يرتكز عليها المنظار . ويمكن تحريك هذه المسامير بشكل يمكن من جعله أفقياً عن طريق التأكد بأن فقاعة الهواء في ميزان التسوية هي في وسط هذا الميزان .

(د) حامل الميزان (Tripod)

هو يتألف من ثلاثة أرجل . وفي أغلب الحالات يمكن اطالة أية رجل من هذه الأرجل بعض الشيء لتسهيل تركيز الميزان بشكل أفقي تقريباً . أما ضبطه الدقيق ليكون أفقياً تماماً فيتم بواسطة مسامير التسوية .

٢ - القامة (Stadia Rod) (شكل ٦٣)

القامة مسطرة طويلة من الخشب يتراوح طولها بين ثلاثة وأربعة أمتار . أحد وجهيها مقسم إلى أمتار وديسمترات وستيمترات . والقامة توضع بشكل عامودي على نقطة معينة بحيث يبدأ الترقيم عليها من أسفل إلى أعلى ، أي أن أية قراءة عليها تمثل بُعد النقطة المقروءة عن سطح الأرض حيث تقف القامة .

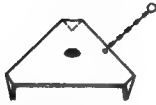
وتختلف طريقة رسم المسافات على القامة من شركة منتجة إلى أخرى . ويستحسن دائماً دراسة طريقة الرسم على قامة جديدة قبل بدء العمل بها للتأكد من صحة القراءة .



شكل ٦٣
القامة

في بعض الأحيان يثبت ميزان تسوية بالقامة وذلك لابقافها عمودياً فوق النقطة المراد قياس منسوبها . وفي الحالات الاخرى تحدّد عمودية القامة بالنظر .

٣ - القاعدة الحديدية (Turning Plate) (شكل ٦٤)



شكل ٦٤ - القاعدة الحديدية

هي عبارة عن قطعة معدنية مثلثة الشكل بكل رأس من رؤوسها قائم مدبب عمودي على مستوى القطعة المعدنية . والقاعدة تستعمل مع القامة بوضعها في

الأراضي اللينة عند حمل الميزانية ، حيث توضع القامة عليها منعاً لفوصها في التربة وأخذ قراءات غير صحيحة نتيجة لذلك .

٤ - أدوات تكميلية

أ (الشريط

ب (شمسية لحماية الميزان من أشعة الشمس والحرارة

ج (دفتار الميزانية

د (اوتاد خشبية وفأس لتثبيت نقط خاصة

د - انواع الموازين الرئيسية

١ - ميزان دمي (Dumpy Level)

خاصة هذا النوع من الموازين هي ان المنظار ثابت بصورة دائمة على حامله بحيث لا يمكن سحب او رفع المنظار عن باقي اجزاء الميزان .

٢ - ميزان واي (Wye Level)

ميزة هذا النوع من الموازين هي ان المنظار يرتكز على قاعدتين بشكل حرف Y وبالتالي يمكن دورانه حول محوره كما يمكن رفعه واستبدال جانبه الخلفي بالامامي . وهذه الميزة تساعد على ضبط الميزان بعد مرور وقت على استعماله .

٣ - ميزان كوك (Cooke Level)

هو ميزان شبيه بميزان واي غير ان الركيزتين هما حلقتان تحيطان بالمنظار بحيث يمكن سحب المنظار من مركزه دون رفعه .

هـ - طريقة استعمال الميزان (شكل ٦٥)

لنفترض ان أ هي نقطة معلومة المنسوب وأن ب هي نقطة مجهولة المنسوب . لإيجاد الفرق في المنسوب بين النقطتين أ و ب تتبع الخطوات التالية :

١ - يوضع الميزان على أية نقطة ج مع تفضيل كون هذه النقطة قدر الامكان في منتصف المسافة بين أ و ب .



شكل ٦٥ - العمل بالميزان

٢ - تدار مسامير التسوية على الميزان حتى يصبح المنظار افقياً أي حتى تصبح فقاعة ميزان التسوية في وسطه .

٣ - توقف القامة على النقطة أ ويدار منظار الميزان باتجاه القامة .

٤ - تؤخذ القراءة على القامة حيث تتقاطع الشعرة الأفقية في المنظار

مع هذه القامة وتسمى قراءة خلفية (Back sight) .

٥ - تنقل القامة إلى النقطة ب ويدار المنظار باتجاه ب أيضاً .

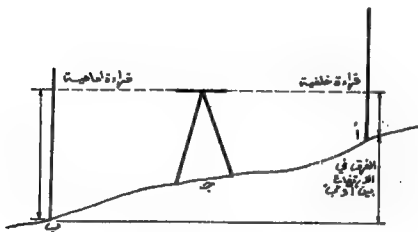
٦ - تؤخذ القراءة على القامة حيث تتقاطع الشعرة الأفقية في المنظار

مع هذه القامة وتسمى قراءة أمامية (Fore sight) .

٧ - الفرق في الارتفاع بين أ و ب هو الفرق بين القراءتين الخلفية

والأمامية كما مبين في الشكل ٦٦ . لحساب منسوب ب من أ يزداد

أو ينقص هذا الفرق من منسوب أ .



شكل ٦٦ - طريقة استعمال الميزان

و - حساب الميزانية : طريقة منسوب سطح الميزان
(Height of Instrument)

لنفترض أن رويبر رقم ١ هو الترخوم المعلوم منسوبه ورويبر

رقم ٢ التخوم المراد تحديد منسوبه وان الروبر الثاني يصيد بعض الشيء عن الروبر الأول . تحمل القامة عند الروبر الأول ويوضع الميزان في أي موضع مناسب بين روبر ١ وروبر ٢ دون أن يتوجب أن يكون هذا الموضع على الخط المستقيم بين الروبرين . تؤخذ قراءة خلفية على روبر ١ . ثم يتقدم حامل القامة حسب توجيهات مساح الميزان وينتخب نقطة متوسطة ١ على الاستقامة التقريبية بين روبر ١ وروبر ٢ . يستحسن في هذا المجال أن تكون المسافة بين روبر ١ ومركز الميزان هي تقريباً مساوية للمسافة بين مركز الميزان والنقطة المتوسطة ١ وذلك للحد من خطأ قد ينجم عن عدم افقية الميزان . تؤخذ قراءة على القامة عند وضعها على النقطة المتوسطة ١ . ينقل بمد ذلك الميزان الى مركز مناسب جديد وتأخذ قراءة خلفية على القامة عند النقطة المتوسطة ١ . يتقدم حامل القامة بمد ذلك الى نقطة متوسطة جديدة مناسبة ويأخذ مساح الميزان قراءة امامية عليها . ثم ينقل الميزان الى مركز جديد آخر وتماد العملية السابقة حتى تكون آخر قراءة هي قراءة امامية على روبر ٢ .

يلاحظ مما تقدم ان منسوب نقطة مأخوذ عليها قراءة خلفية مضاف اليه هذه القراءة الخلفية يعطي منسوب خط النظر او منسوب سطح الميزان . كما يلاحظ بأن منسوب سطح الميزان هذا مطروح منه القراءة الامامية يعطي منسوب النقطة المأخوذ عليها القراءة الامامية (او المتوسطة) . وهكذا فان في طريقة منسوب سطح الميزان 'يحبس دائماً' منسوب خط النظر لكل مرة ينقل فيها الميزان وذلك بإضافة القراءة الخلفية الى منسوب النقطة المأخوذ عليها هذه القراءة ثم تطرح القراءة الامامية

للحصول على منسوب النقطة التي أخذت عليها القراءة الأمامية . ويبين الشكل ٦٧ المعلومات المدونة في دفتر الحقل لعملية ميزانية الشكل ٦٨ وكيفية حساب منسوب رويبر ٢ من رويبر ١ .

النقطة	قراءة خلفية	قراءة متوسطة	قراءة أمامية	ملاحظات
نقطة ١	٦١.		نقطة ٢٥.	
١	٢,٠٠		١,٢٠	
٢	٤٦.		١,٤٠	
متوسطة		٠,٦٠		
٤	٦,٥		٠,٢٠	
متوسطة ٢		١,١٠		
متوسطة ٢		١,٠٠		
نقطة ٢			٤,٧٠	

شكل ٦٧ - تدوين معلومات الميزانية في الدفتر

يصدق العمل بطريقة منسوب سطح الميزان كما يلي :

الفرق بين مجموع قراءات المؤخرات ومجموع قراءات المقدمات =
الفرق بين منسوب اول نقطة مرصودة وآخر نقطة مرصودة

لحساب التناسيب بواسطة هذه الطريقة ، يقسم دفتر الحقل الى عدة اعمدة تشمل ما يلي :

١ - عمود اسم النقطة المأخوذ عليها قراءة

القطعة	قراءة خلفية	قراءة متوسطة	قراءة أمامية	منسوب سطح الميزان	منسوب النقطة
نقطة ١	٢,١٠			٥٢,١٠	٥٠,٠٠
١	٢,٠٠		١,٢٠	٥٢,٩٠	٥٠,٩٠
٢	٢,٦٠		١,٤٠	٥٥,١٠	٥٢,٥٠
متوسطة ١		١,٦٠			٥٤,٥٠
٣	٢,٥٠		١,٢٠	٥٧,٤٠	٥٤,٩٠
متوسطة ٢		١,١٠			٥٦,٣٠
متوسطة ٣		١,٠٠			٥٦,٤٠
نقطة ٢			٢,٧٠		٥٤,٧٠
المجموع	١,٢٠		٥,٥٠		

التدقيق: $٢,٢٠ - ٩٥ = ٥٢,٧٠ - ٥٠,٠٠$

شكل ٦٨ - طريقة منسوب سطح الميزان

- ٢ - عمود القراءات الخلفية
 - ٣ - عمود القراءات المتوسطة (قراءات لا ينقل الميزان من مكانه بعد اخذها)
 - ٤ - عمود القراءات الأمامية
 - ٥ - عمود منسوب سطح الميزان
 - ٦ - عمود منسوب النقطة
 - ٧ - عمود للسافات بين النقاط الكوخوذ عليها قراءات وهو ليس ضرورياً في بعض أعمال الميزانية .
- الصفحة الختامية في دفتر الحقل هي للملاحظات والكموي .

ز - حساب الميزانية : طريقة الارتفاع والانخفاض (Rise & Fall)

بالنسبة لعمل الحقل ، تكون الخطوات المتبعة في القراءات وتحريك القامة والميزان لطريقة الارتفاع والانخفاض هي ذاتها لطريقة منسوب سطح الميزان . الفرق بين الطريقتين هو في طريقة تدوين الملاحظات وحساب المناسيب . في طريقة الارتفاع والانخفاض يقسم دفتر الحقل الى الاعمدة التالية :

١ - عمود اسم النقطة المأخوذة عليها القراءة

٢ - عمود القراءات الخلفية

٣ - عمود القراءات المتوسطة

٤ - عمود القراءات الأمامية

٥ - عمود قيمة الارتفاع

٦ - عمود قيمة الانخفاض

٧ - عمود منسوب النقطة

٨ - عمود للمسافات بين النقط المأخوذ عليها قراءات .

تحتسب الارتفاعات والانخفاضات عن طريق طرح قراءتين متتاليتين لتقطعتين مختلفتين ، وتدوّن قيمة الطرح مقابل النقطة الثانية في دفتر الحقل . وتعتبر القيمة ارتفاعاً اذا كانت قراءة النقطة الثانية أقل من قراءة النقطة الاولى ، بينما تعتبر انخفاضاً اذا كانت قراءة النقطة الثانية أكثر من قراءة النقطة الاولى .

ولتدقيق العمل يجب أن يكون الفرق بين مجموع الارتفاعات

والانخفاضات مساوياً للفرق بين مجموع المقدمات والمؤخرات وكذلك مساوياً للفرق بين منسوب اول نقطة وآخر نقطة في عملية الميزانية (راجع الشكل ٦٧ والشكل ٦٩) .

المنطقة	قراءة خلفية	قراءة متوسطة	قراءة أمامية	ارتفاع	انخفاض	منسوب المنطقة
نقطة ١	٢,١٠					٥٠,٠٠
١	٢,٠٠		١,٢٠	٠,٩٠		٥٠,٩٠
٢	٢,٦٠		١,٤٠	١,٢٠		٥٢,٠٠
متوسطة ١		٢,٦٠			٢,٠٠	٥٤,٠٠
٣	٢,٥٠		٠,٢٠	٠,٤٠		٥٤,٩٠
متوسطة ٢		١,١٠		١,٤٠		٥٦,٣٠
متوسطة ٣		١,٠٠		٠,١٠		٥٦,٤٠
نقطة ٢			٢,٧٠		١,٧٠	٥٤,٧٠
المجموع						١,٧٠
						١,٤٠

$$\text{التدقيق} : ١,٧٠ - ١,٤٠ = ٥٤,٧٠ - ٥٠,٠٠$$

شكل ٦٩ - طريقة الارتفاع والانخفاض

وبصورة عامة تتبع أغلب عمليات الميزانية في حسابها طريقة منسوب سطح الميزان لثقة العمل الحسابي فيها مع أن طريقة الارتفاع والانخفاض تمتاز بضمان أكبر في عدم حصول خطأ في العمليات الحسابية .

ج - مصلح الاختلاف في الموازنة

- ١ - معدلات مساحة غير مضبوطة .
- ٢ - استدارة الأرض (في الأعمال التي تشمل مساحات كبيرة فقط)
- ٣ - تغيرات شديدة في الحرارة
- ٤ - قامة غير صحيحة او متمددة او متقلصة
- ٥ - قامة ليست موقفة عمودياً فوق نقطة ما
- ٦ - نقط متوسطة (تؤخذ عليها قراءات خلفية وأمامية) غير ثابتة ، أو تحرك أرجل الميزان

ط - تلويح

تمرين ١ : يتضمن الجدول التالي القراءات التي أخذت للنقط أ - هـ . المطلوب حساب مناسيب جميع النقط بواسطة طريقة الارتفاع والانخفاض بما في ذلك مناسيب النقط المتوسطة .

النقطة	مؤخرة	متوسطة	مقدمة	منسوب النقطة
أ	١٥٤٠			٢٥,٠٠
ب	٢٥٧٠		٠,٩٠	
ج	٢٥٩٠		١,٣٠	
		١,١٠		
د	٢٥٨٠		١,٤٠	
		١,٨٠		
هـ			٠,٤٩٠	

تمرين ٢ : يتضمن الجدول التالي القراءات التي أخذت للنقط أ - هـ .
المطلوب حساب مناسيب جميع النقط بواسطة طريقة
منسوب سطح الميزان بما في ذلك مناسيب النقط المتوسطة .

النقطة	مؤخرة	متوسطة	مقدمة	منسوب النقطة
أ	٢,١٠			٤٥,٠٠
ب	١,٩٠		٢,٢٠	
		٢,٦٠		
		٢,٢٠		
ج	٠,٨٠		٢,٥٠	
		١,٦٠		
د	١,٤٠		٢,٢٠	
هـ			٢,٨٠	

تمرين ٣ : يتضمن الجدول التالي القراءات التي أخذت للنقط أ - هـ .
المطلوب حساب مناسيب جميع النقط بواسطة طريقة سطح
الميزان وطريقة الارتفاع والانخفاض مع العلم بأن منسوب
النقطة أ هو ٣٠ متراً .

الترتبة	قراءة موحدة	قراءة متوسطة	قراءة مقدمة
أ	٢,١٠		
ب		١,٢٠	
ج		٠,٦٠	
د		٠,٢٠	
هـ	٣,٣٠		٠,١٠
و	٣,٠٠		٠,٥٠
ز		١,٥٠	
ح		٠,٩٠	
ط			٠,٤٠

الفصل الثامن

عمل المقاطع بالميزان

١ - انواع الميزانية

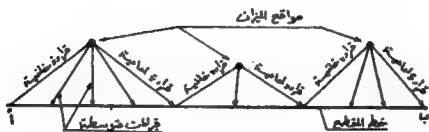
١ - ميزانية طولية وهي تجري في الاتجاه الطولي للطرق والاقنية وسكك الحديد وما شابهها . وينتج عنها المقطع الطولي الذي يبين التغيرات في طبيعة الأرض على طول المقطع المدروس .

٢ - ميزانية عرضية وهي تجري في الاتجاه العرضي للطرق والاقنية وسكك الحديد وما شابهها أي تكون متعامدة مع الميزانية الطولية . وينتج عنها مقاطع عرضية تبين طبيعة الأرض في الاتجاه المتعامد على

المقطع الطولي . ويكون طول المقطع العرضي على الأرض قصيراً جداً (عشرات الأمتار) بالنسبة لطول المقطع الطولي الذي يمكن أن يصل لمئات كيلو مترات . ويستفاد من المقاطع العرضية في حساب كمية حفر أو ردم أعمال ترابية تتعلق ببعض المشاريع .

٣ - ميزانية شبكية وهي الميزانية التي تجري في الاتجاهات الطولية والعرضية مما والتي تكون أساساً لتحضير خرائط كنتورية .

ب - طريقة عمل المقاطع الطولية (شكل ٧٠)



شكل ٧٠ - عمل المقاطع الطولية

- ١ - يحدد اتجاه المقطع بوضع عدد كاف من النقاط على محوره .
- ٢ - يبدأ الرصد من تخوم معروف المنسوب أو من تخوم بوضع خاصة للشروع التوي مسحه . ويمكن في الحالة الثانية افتراض اي منسوب لهذا التخوم كالف متر أو مائة متر فوق سطح البحر . وتجدر الإشارة هنا إلى أن المهم عامة في عملية الميزانية هو معرفة ارتفاع نقط المقطع بالنسبة لبعضها البعض وليس بالضرورة منسوب كل منها عن سطح البحر .

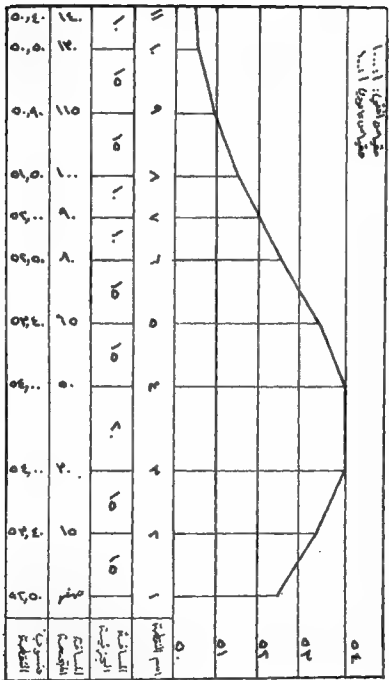
٣ - يوضع الميزان فوق أية نقطة على أو بالقرب من خط المقطع بحيث يمكن للساح أخذ قراءات عديدة لمسافة طويلة من المقطع دون تغيير مكان الميزان . بعد ضبط الجهاز ، يبدأ الساح بأخذ القراءات من نقطة بداية المقطع مع وضع القاسم على للنقط المناسبة عند كل تغيير محسوس في انحدار سطح الأرض .

٤ - تقاس المسافة الأفقية بين جميع النقط التي يرصد ارتفاعها على طول المقطع وتدون في الدفاتر كمسافات مجزأة بين نقطتين متتاليتين أو مسافات متجمعة من بداية خط المقطع .

٥ - تستمر قراءة ارتفاعات نقط المقطع ، مع نقل الميزان من مكانه كلما دعت الحاجة ، حتى يسمح كامل المقطع . ويذكر بأنه في كل مرة ينقل فيها الميزان ، تؤخذ قراءة أمامية على نقطة دوران ثم تؤخذ قراءة خلفية على ذات النقطة بعد نقل الميزان . والفاية من ذلك ربط كامل القراءات بنقطة بداية المقطع .

ج - رسم المقطع الطولي

يتميز الطول الأفقي للمقطع طولي كبيراً جداً بالنسبة لارتفاعات الارتراف على طوله . لذلك فإن انتخاب مقياس واحد افقياً وعمودياً للمقطع لا يعطي الشكل المناسب لتبيان تضاريس الأرض . وعليه فإن المقياس العمودي يكون أكبر بكثير من المقياس الأفقي . وفي أغلب المقاطع يكون المقياس العمودي عشرة أضعاف المقياس الأفقي . مثال

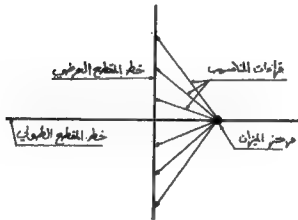


شكل ٧١ - رسم التوزيع الترددي

على ذلك ، المقياس افقي $1 = 10,000$ ينتخب مقياس عمودي قيمته $1 = 1,000$.

يبيّن لكل نقطة على المقطع بُعدها المتجمع من نقطة البداية ومنسويها بالنسبة لتخوم الارتفاع المعتمد (الشكل ٧١) . ويسهل رسم المقطع اذا رسم خط افقي يمثل منسوباً معيناً وقيست عليه باتجاه عمودي الفروقات في الارتفاع بين هذا المنسوب ومناسيب نقط المقطع .

د - طريقة عمل المقاطع العرضية (الشكل ٧٢)



شكل ٧٢ :- عمل المقاطع العرضية

تؤخذ هذه المقاطع عمودياً على المقطع الطولي . وتتراوح المسافة بين مقطعين متتالين بين عشرين متراً ومائة متر وفقاً للشروع المدرّوس . ويحدد اتجاه المقاطع العرضية لبعض المشاريع كالآقنية والطرق بالنظر ، في حين تحدد هذه الاتجاهات بواسطة آلات رصد دقيقة لمشاريع بحاجة لدقة أكثر كالجسور والسدود .

يوضع الميزان على نقطة مناسبة (تكون عادة هي ذاتها المستعملة في مسح المقطع الطولي) بحيث يمكن رؤية كامل نقط المقطع المرضي . تقاس مسافات من محور المقطع الطولي لجهة اليمين وجهة الشمال على مسافة تساوي عادة مرة ونصف عرض المشروع من كل جانب . تؤخذ ارتفاعات النقط عند تغير الأرض على هذه المقاطع بنفس الطريقة المذكورة للمقاطع الطولية .

هـ - رسم المقطع المرضي.

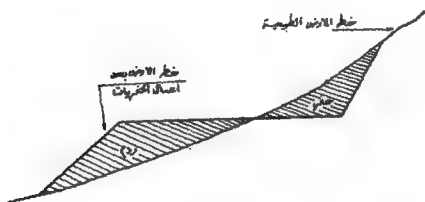
رسم المقاطع المرضية بنفس طريقة رسم المقاطع الطولية مع فارق أساسي في أن المقياس العمودي هو ذاته المقياس الأفقي للمقطع المرضي ، وذلك لقصر المسافات ونجائس قيمتها مع قيمة الفروقات في الارتفاع .

و - حساب الكميات من المقاطع المرضية

سبق أن ذكر بأن المقاطع المرضية يفاد منها في حساب كميات الحفريات أو الردميات الناتجة عن تنفيذ مشروع معين كشق طريق أو سطر قنطرة أو ما شابه . ولحساب ذلك تؤخذ أولاً معلومات عن طبيعة الأرض كما هي بواسطة المقطع الطولي والمقاطع المرضية . ثم يصمم المهندس المشروع المتوي إنشاؤه ويحدد على المقاطع شكل الأرض كما يصبح بعد الانتهاء من أعمال الحفر والردم .

ويكون الناتج مجموعة من المقاطع المرضية عليها خطوط تمثل

الأرض الطبيعية كما هي وخطوط قنل الأرض كما ستكون نتيجة أعمال الحفر والردم للمشروع (شكل ٧٣) . المساحة بين خط الأرض الطبيعية وخط الأرض بعد تنفيذ المشروع هي المساحة من التراب الواجب حفره أو ردمه عند مقطع معين .



شكل ٧٣ - رسم الأعمال للتربة على المقاطع

وبما أن كمية الحفر والردم تختلف من عرضي لآخر فإنه يفترض بأن حجم التراب المتوي حفره أو ردمه على قسم واقع بين مقطعين عرضيين متتاليين يساوي معدل مساحة الحفر أو الردم للمقطعين الحاذيين للقسم المذكور مضروب بالمسافة بين المقطعين . وبعبارة أخرى :

$$\begin{aligned} \text{حجم الحفر بين مقطع أ ومقطع ب} &= \\ \frac{\text{المسافة أ ب}}{2} \times (\text{مساحة حفر مقطع أ} + \text{مساحة حفر مقطع ب}) & \\ \text{حجم الردم بين مقطع أ ومقطع ب} &= \\ \frac{\text{المسافة أ ب}}{2} \times (\text{مساحة ردم مقطع أ} + \text{مساحة ردم مقطع ب}) & \end{aligned}$$

وهذه الطريقة هي المعتمدة في أغلب أعمال حساب الكميات
التقريبية مع وجود طرق أخرى تتناول أشكالاً هندسية أكثر تعقيداً .

لحساب مساحة مقطع عرضي ، تقسم المساحة إلى أشكال هندسية
بسيطة كمثلثات ومربعات وتحسب مساحة كل شكل منها على حدة . كما
يمكن استعمال جهاز اسمه بلانيمتر (Planimeter) (شكل ٧٤) للغاية ذاتها .



شكل ٧٤ -- البلانيمتر

وهذا الجهاز له رأس مستقر كالديوس يمرر على محيط الشكل المراد معرفة
مساحته فيدون عداد خاص مساحة هذا الشكل .

ز - تمارين

تمرين ١ : يبين الجدول التالي القراءات التي أخذت لقطع طولي
أ- ب . المطلوب حساب مناسيب جميع النقط ورسم مقطع
طولي ذي مقياس أفقي ١ : ٢٠٠٠ ومقياس عمودي
١ : ٢٠٠ مع الإشارة إلى أن المسافة بين نقطتين متتاليتين
هي ٤٠ متراً وأن منسوب النقطة أ هو ٥٠٠ م .

النتيجة	مقدمة	مؤخرة
أ	٣,٨٢	
ب	٣,٠٣	٠,٢١
ج	٢,٢٠	٠,٢٥
د	١,٠٣	١,١٠
هـ	٠,١٠	٢,٠٠
و	٠,٠٩	٣,٩٠
ز	٠,٣٠	٣,٨٠
ح	١,٠٥	٣,٠٠
ط	٢,٠٠	٣,٠٥
ي		٢,٦٠

تقرين ٢ : يبين الجدول على الصفحة التالية القراءات التي أخذت لقطع
طولي أ ط . المطلوب رسم مقطع طولي مقياسه الأفقي ١:١٠٠٠ ومقياسه
العمودي ١:١٠٠ مع الإشارة إلى أن المسافة بين نقطتين متتاليتين من
المقطع هي عشرون متراً .

الترتبة	مقدمة	متوسطة	مؤخرة
أ	٣,٨٠		
ب		٢,٣٠	
ج		١,٠٠	
د	١,٠٠		٠,٢٠
هـ		٠,٨٠	
و		١,١٠	
ز		٢,١٠	
ح	٠,٥٠		٣,٩٠
ط			٢,٣٠

الفصل التاسع

الخرائط الملوّبة جغرافية

١ - طرق اظهار التضاريس

الخريطة الملوّبة جغرافية هي خريطة تزيّن تضاريس الارض وتغييراتها
بالاضافة الى المعالم الطبيعية (اشجار ، انهار) والمعلم الحضارية (بيوت ،
طرق). واظهار التضاريس يمكن ان يتم بواسطة من الطرق التالية :

١ - تلوين الخريطة بألوان مختلفة يمثل كل منها مستوى معيناً .

٢ - تحضير خرائط مجمعة (ماكيت) .

٣ - عمل خطوط هاشور تتقارب وتتباعد بنسب متجانسة مع شدة انحدار الأرض .

٤ - تظليل الخريطة بدرجات متجانسة مع شدة انحدار الأرض .

٥ - رسم خطوط كنتور (Contour lines) على الخريطة .

وسيتناول هذا الفصل البحث في الميزانية الشبكية التي تحضر منها الخرائط الكنتورية .

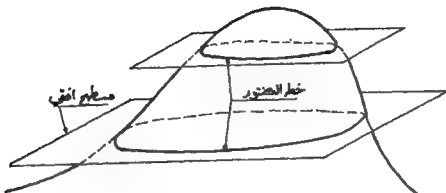
ب - تعريفات

١ - الميزانية الشبكية

هذا النوع من الميزانية يتناول رصد ارتفاعات الأرض في عدة اتجاهات لمعرفة كل تغير لسطح الأرض واظهاره فيما بعد على خريطة .

٢ - خط الكنتور

خط الكنتور هو الخط الوهمي الناتج عن تقاطع مسطح افقي معين مع سطح الأرض (شكل ٧٥) . وفهم ذلك اكثر ، يمكن تصوير مستوى سطح البحر قد ارتفع الى منسوب معين ليقطعي مساحات جديدة من الأرض . يمثل خط الكنتور موقع الساحل الجديد الذي يتج عن التقاء المستوى الجديد للماء مع سطح الأرض . ويجب الإشارة هنا إلى ان خط كنتور معين يمثل دائماً شكل الساحل المذكور اعلاه كما يُرى من الجو .



شكل ٧٥ - تكوين خط الكنتور

٣ - الفاصل الرأسي او الفترة الكنتورية

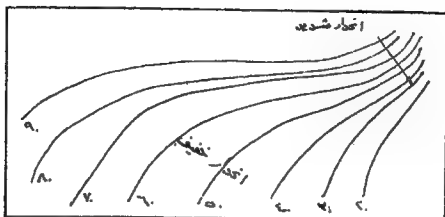
هو الفارق في الارتفاع بين خطتي كنتور متجاورين . وهذه القيمة هي عادة ثابتة على خريطة معينة .

ج - خصائص خطوط الكنتور

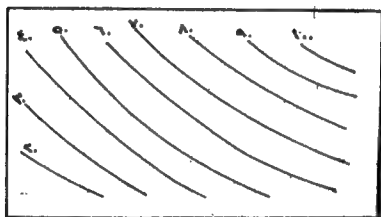
١ - تتقارب خطوط الكنتور في الأراضي الشديدة الانحدار وتتباعد في الأراضي الخفيفة الانحدار (شكل ٧٦) .

٢ - المسافة بين خطوط الكنتور ثابتة في الانحدارات المنتظمة (شكل ٧٧) .

٣ - خطوط الكنتور متعامدة دائما مع الاتجاه الأشد انحداراً .



شكل ٧٦ - إحدارات متغيرة

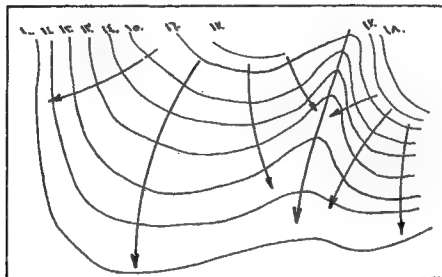


شكل ٧٧ - إحدارات منتظمة

وعليه فإن اتجاه مجرى المياه يكون دائماً متعامداً مع خطوط الكنتور (شكل ٧٨) .

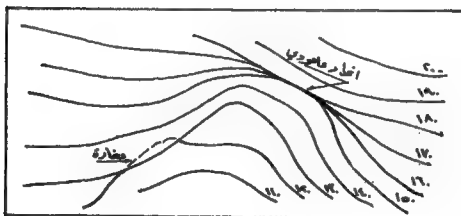
٤ - يجب ان يقفل خط الكنتور على نفسه او ينتهي عند اطراف الخريطة . السبب في ذلك ان سطح الأرض يمكن اعتباره مجموعة من

للقمم او الجزر التي لا بد وان يقفل خط سواحلها البحرية .



شكل ٧٨ - مجاري المياه

هـ - خطوط الكنتور لا يمكن ان تتقاطع او ان تتحد الا في حالات خاصة جداً كوجود الممدار عمودي او وجود مفارة (شكل ٧٩) .



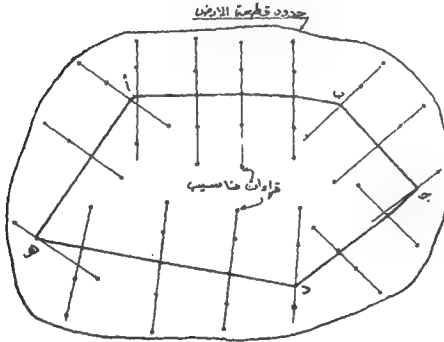
شكل ٧٩ - تقاطع وانحدار خطوط الكنتور

٦ - لا يمكن لخط كنتور ان يقع بين خطين آخرين لها سوية ارتفاع أعلى او أدنى من ارتفاعه .

د - رفع نقط الخريطة الكنتورية

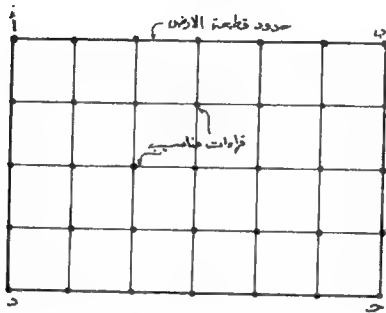
لعمل خريطة كنتورية ، تُرصد مناسيب مجموعة من النقاط بواسطة الميزانية الشبكية . وعملية الرصد هذه تتم بإحدى الطريقتين التاليتين :

١ - عمل مقاطع عرضية متعامدة على خطوط المقطع الطولي او على خطوط الترافرس (شكل ٨٠) .



شكل ٨٠ - مقاطع عرضية لعمل خطوط كنتور

٢ - تقسيم الأرض الى مربعات او مستطيلات متساوية وإيجاد المناسيب عند زوايا هذه الاشكال (شكل ٨١) .



شكل ٨١ - مربعات لعمل خطوط كنتور

٥ - رسم خطوط الكنتور

بما انه يتملّز رصد كل نقطة موجودة على أرض ما ، فانه يفترض ان الانحدار بين نقطتين متجاورتين مرصودتين على الطبيعة هو انحدار منتظم . ويلتج عن ذلك ان خطوط الكنتور التي ستقاطع مع الخط الواصل بين نقطتين مرصودتين يجب ان يكون بمدهما الاقصى عن بعضها البعض ثابتاً . مثال على ذلك ، لنفترض ان منسوب النقطة أ هو ١٠٠ متر ومنسوب النقطة ب هو ١١٠ متر والمسافة بين النقطتين

في اربعة ستمترات على الخريطة . النقطة أ يجب اذن ان تبعد ستمتراً واحداً عن خط الكنتور ١١٠ وستمترين عن خط الكنتور ١٢٠ وثلاثة ستمترات عن خط الكنتور ١٣٠ وذلك على الخط الواصل بين أ وب .

وعليه فان المسافة الافقية بين نقطتين متجاورتين تقسم الى اجزاء متساوية البعد فيما بينها . ومحددة بالنقط التي تمر فيها خطوط الكنتور عند رسمها . بعد تحديد مواقع النقط التي تمر فيها خطوط الكنتور ، فوصل النقط ذات المنسوب الواحد بخطوط متواصلة مع مراعاة المبادئ والخصائص العامة لخطوط الكنتور التي سبق ذكرها اعلاه . يجب تجنب الزوايا الحادة والتغيرات المفاجئة في اتجاهات الخطوط وذلك لكون الأرض الطبيعية عادة ملساء نتيجة لمدة عوامل طبيعية أثرت فيها على مرّ السنين .

و - مثال على تحضير خطوط كنتور

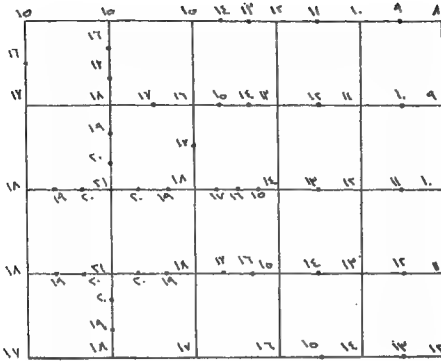
نبيّن الأشكال ٨٢ و ٨٣ و ٨٤ الخطوات المتبعة لعمل خطوط كنتورية ذات فاصل رأسي قدره متر واحد لقطعة أرض مقسمة الى مريعات . في الشكل الأول ، رسمت حدود المريعات ودرّجت مناسب الزوايا حسب رصدها بالميزانية الشبكية . في الشكل الثاني قسّمت المسافات بين الزوايا بشكل يفترض ان الانحدار منتظم بين زوج من النقط المتجاورة . رسمت خطوط الكنتور في الشكل الثالث بوصل النقط المستخلصة من الشكل الثاني مع مراعاة الخصائص العامة لخطوط الكنتور (عدم تقاطع او ملاصقة) .

	١٥	١٥	١٥	١٢	١٠	A
١٧	١٨	١٦	١٣	١١	٩	
١٨	٢١	١٨	١٤	١٣	١٠	
١٨	٢١	١٨	١٥	١٢	٩	
١٧	١٨	١٧	١٦	١٤	١١	

شكل ٨٢ - مناسيب زوايا المربعات

٣ - عمل المقاطع من خطوط الكنتور

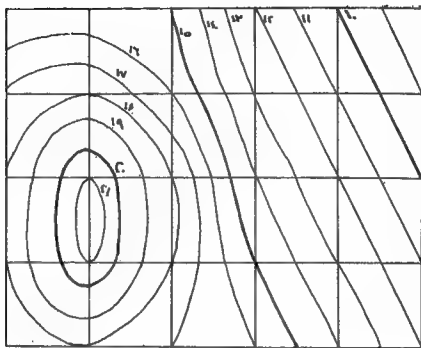
يمكن استعمال الخريطة الكنتورية لرسم مقاطع في أي اتجاه كان وذلك لأن هذه الخريطة تغطي مواقع ومناسيب كامل نقط الأرض المسوحة . ويذكر هنا بأن المسافة بين نقطتين على خريطة كنتورية هي البعد الأفقي بينهما ، وإن وقوع نقطة على خط كنتور يعني أن منسوبها على الطبيعة هو منسوب هذا الخط . وفي حال وقوع نقطة بين خطي كنتور متجاورين فإن منسوبها يكون بين منسوبي هذين الخطين . ويمكن تحديد هذا المنسوب بافتراض الانحدار بين الخطين انحداراً منتظماً



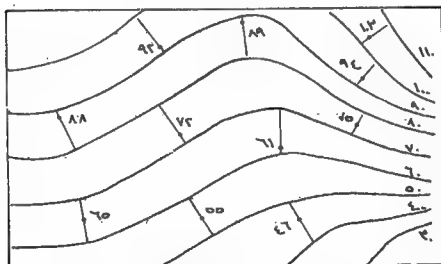
شكل ٨٣ - تقسيم الأضلاع

ومعرفة بُعد النقطة عن أحد الخطين بالنسبة لبعدهما عن الخط الآخر .
(شكل ٨٥) .

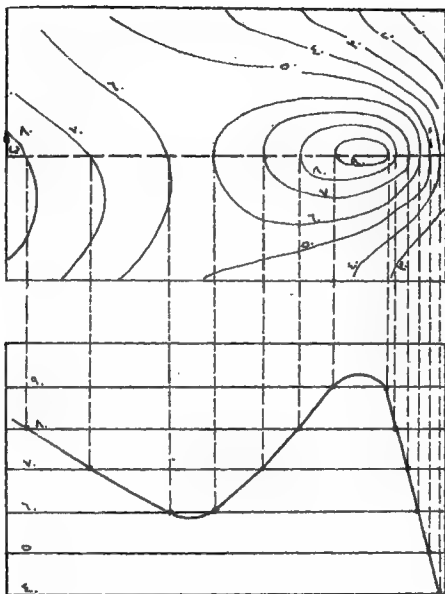
لرسم مقطع أب من خريطة كنتورية ، يرسم الخط أب على الخريطة . ثم تنزل أعمدة على هذا الخط من نقط تقاطع مع خطوط الكنتور . تكون المسافة بين عمود وآخر البعد الأفقي بين خطي كنتور باتجاه المقطع المطلوب . بواسطة مقياس عمودي مناسب ، تحدد المناسيب على المقطع من مناسيب خطوط الكنتور أنفسها . فالعمود المرسوم من خط الكنتور ١٠٠ يعني أن سطح الأرض هو على ارتفاع ١٠٠ وعليه يرسم المنسوب على المقطع عند النقطة ١٠٠ . توصل نقط الأعمدة ببعضها البعض فينتج المقطع المنشود .



شكل ٨٤ - رسم خطوط الكنتور

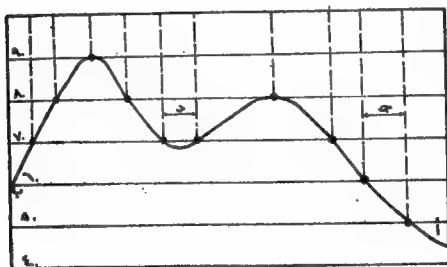
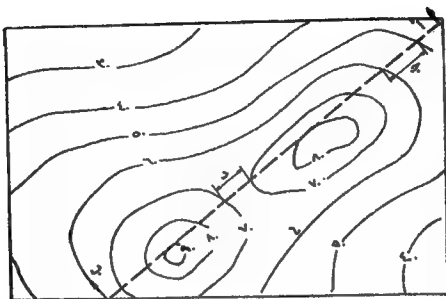


شكل ٨٥ - مناسيب نقاط خريطة كنتورية



شكل ٨٦ - عمل مقطع من خريطة كنتورية (١)

يمثل الشكل ٨٦ نموذجاً للمقطع مرسوم من خريطة كنتورية حيث يكون المقطع المنشود موازياً لحافة الصفحة . وفي الشكل ٨٧ رسم مقطع

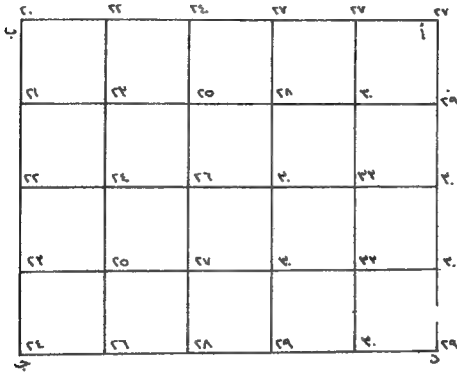


شكل ٨٧ - عمل مقطع من خريطة كنتورية (٢)

غير مواز لحافة الصفحة . والملاحظ بأن الطريقة هي ذاتها في الحالتين .
تحويل الاعمدة المائلة الى اعمدة موازية لحافة الصفحة مع المحافظة على
المسافة بين عمود وآخر كما هي على الخريطة الكنتورية .

ج- تقارین

تقرین ۱ - بیّن الشكل ۸۸ مناسیب قطعة ارض أ ب ج د بالأمتار ،

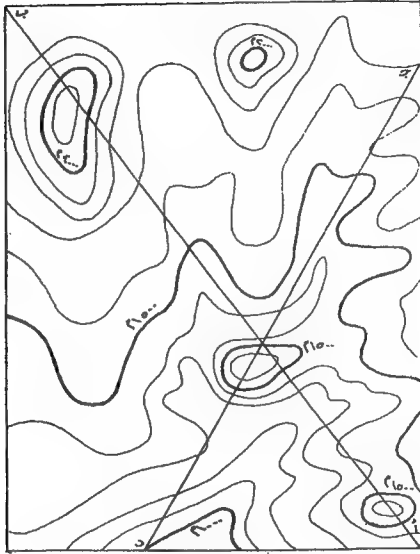


شكل ۸۸ - تقرین ۱

وذلك بعد تقسيمها الى مربعات ضلع كل منها ۳ امتار . المطلوب عمل خريطة كنتورية للارض المذكورة بمقياس ۱: ۱۰۰ وذات فاصل رأسي للخطوط قدره متر واحد .

تقرین ۲ - يمثل الشكل ۸۹ خريطة كنتورية ذات مقياس ۱: ۱۰۰,۰۰۰ . المطلوب عمل مقطعين أ ب و ج د يكون المقياس الافقي لكل منها

١٠٠,٠٠٠:١ والمقياس العمودي ١:١٠,٠٠٠ .



شكل ٨٩ - قرن ٢

تمرين ٣ - يبين الشكل ٩٠ مناسيب قطعة أرض ، وذلك بعد

٤٦	٤٧	٤٨	٤٩	٥٠	٥١
٤٧	٤٨	٤٩	٥٠	٥١	٥٢
٤٨	٤٩	٥٠	٥١	٥٢	٥٣
٤٩	٥٠	٥١	٥٢	٥٣	٥٤
٥٠	٥١	٥٢	٥٣	٥٤	٥٥
٥١	٥٢	٥٣	٥٤	٥٥	٥٦

شكل ٩٠ - قرن ٣

تقسيمها إلى مربعات طول كل منها متران . المطلوب عمل خريطة كنتورية لهذه الأرض بقياس ١:١٠٠ وذات فاصل رأسي للخطوط قيمته متران .

تمرين ٤ : يتضمن الجدول على الصفحة التالية مناسيب قطعة أرض قسمت إلى مربعات طول كل منها عشرة أمتار . المطلوب عمل خريطة كنتورية لقطعة الأرض هذه ذات فاصل رأسي قدره متر واحد ومقياس الرسم قيمته ١ : ٥٠٠ . والخطوط الأفقية لقطعة الأرض سميت أ، ب، ج، د، هـ، والعمودية ١، ٢، ٣، ٤، ٥ .

النسوب	موقع زاوية المربع
٦٤	١ أ
٦٥	٢ أ
٦٦	٣ أ
٦٥	٤ أ
٦٣	٥ أ
٦٥	١ ب
٦٧	٢ ب
٦٨	٣ ب
٦٧	٤ ب
٦٥	٥ ب
٦٦	١ ج
٦٨	٢ ج
٧٠	٣ ج
٦٨	٤ ج
٦٦	٥ ج
٦٦	١ د
٦٨	٢ د
٦٩	٣ د
٦٨	٤ د
٦٦	٥ د

موقع زاوية المربع المنسوب

٦٥	١ هـ
٦٧	٢ هـ
٦٨	٣ هـ
٦٧	٤ هـ
٦٥	٥ هـ

تميز ٥ - يتضمن الجدول التالي مناسيب قطعة أرض مربعة قُسمت إلى مريمات طول كل منها عشرون متراً . المطلوب حمل خريطة كنتورية لقطعة الأرض هذه ذات فاصل رأسي قدره متر واحد ومقياس الرسم قيمته ١ : ١٠٠٠ . الخطوط الأفقية لقطعة الأرض سميت أ ، ب ، ج ، د ، هـ ، و ، والمعمدة ١ ، ٢ ، ٣ ، ٤ ، ٥ ، ٦ .

موقع زاوية المربع المنسوب

١٩,٠	١ أ
١٧,٠	٢ أ
١٥,٠	٣ أ
١٥,٠	٤ أ
١٦,٠	٥ أ
١٧,٠	٦ أ

المنسوب	موقع زاوية المربع
١٨,٠	١ ب
١٦,٥	٢ ب
١٥,٠	٣ ب
١٦,٠	٤ ب
١٦,٥	٥ ب
١٧,٥	٦ ب
١٧,٠	١ ج
١٦,٠	٢ ج
١٦,٠	٣ ج
١٦,٥	٤ ج
١٧,٥	٥ ج
١٨,٠	٦ ج
١٦,٥	١ د
١٦,٠	٢ د
١٧,٠	٣ د
١٧,٥	٤ د
١٨,٠	٥ د
١٨,٥	٦ د
١٧,٠	١ هـ
١٨,٠	٢ هـ
١٨,٠	٣ هـ
١٨,٥	٤ هـ
١٩,٠	٥ هـ
١٩,٥	٦ هـ

المسحوب	موقع زاوية المربع
١٩,٠	١ و
١٩,٥	٢ و
١٩,٥	٣ و
٢٠,٠	٤ و
٢٠,٥	٥ و
٢١,٠	٦ و

الفصل العاشر

المساحة المائية والفوتوغرامترية والالكترونية

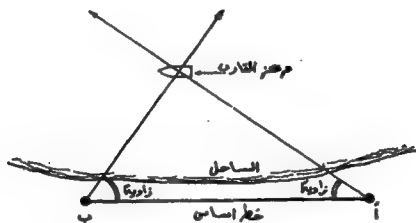
- للمسح البحري

يتم سبر اعماق البحار والمحيطات بمبدأ عن الشواطيء بطرق خاصة تعتمد على ارسال موجات الى اعماق البحار وقياس الوقت الذي تستغرقه هذه الموجات لتصل للقمر فتتمكس وتعود لتلتقط عند سطح الماء . ومن معرفة مرعة الموجات في البحر يمكن معرفة عمق الماء .

أما المسح قرب الشواطيء فيتم بطرق أبسط من المسح في المناطق الشديدة العمق . والطريقة المتبعة عادة تتلخص فيما يلي : نلشأ خط

اساس على الشاطيء ليتخذ مرجحاً في عمليات الرصد في البحر . تركب
فرقة المساحة قارباً عادياً وتتطلق بعيداً عن الشاطيء لتحديد عمق
الماء . ويتم ذلك عن طريق ازال حبل ذي ثقل بنهايته في الماء وقياس
للطول الذي يحتاجه الحبل ليصل طرفه الى قعر البحر .

أما تحديد المركز الذي سبر فيه غور البحر فيتم بواسطة قراءة
زوايا من الساحل او من المركب . تقرأ الزوايا من الساحل بالتيودوليت
ومن المركب بجهاز السكستان . يمكن تحديد موضع المركب بطرق
اخرى كأن يحدف باتجاه معين يكون امتداداً لاجزاء ثابت على الشاطيء .
ويبين للشكلان ٩١ و ٩٢ اثنتان من الطرق المتبعة لتوقيع مركز المركب
عند أخذ قراءة عمق الماء منه .



شكل ٩١ - تحديد مركز القارب (١)

بعد اخذ القراءات لنقط عديدة في الماء ، ترسم خريطة لوصف

عليها اعماق البحار . كما يمكن عمل خطوط كنتورية لقعر البحر تكون
شبيهة بالخطوط الكنتورية لتضاريس سطح الأرض .



شكل ٩٧ - تحديد مركز الثقل (٢)

ب - المسح النهرى

يستعمل المسح النهرى للحصول على معلومات تتعلق بقعر النهر
وبخصائص المياه التي تجري فيه . مسح قعر النهر اذا كان غير عميق
بقامة يجعلها الساحل في عبوره من ضفة الى اخرى . اما المسافات خلال
هذا العبور فتقاس على شريط يمتد بين ضفتي النهر . وفي حال تعذر
عبور النهر مشياً ، يركب الساحل قارباً ويقوم بمسح مشابه للمسح البحرى .

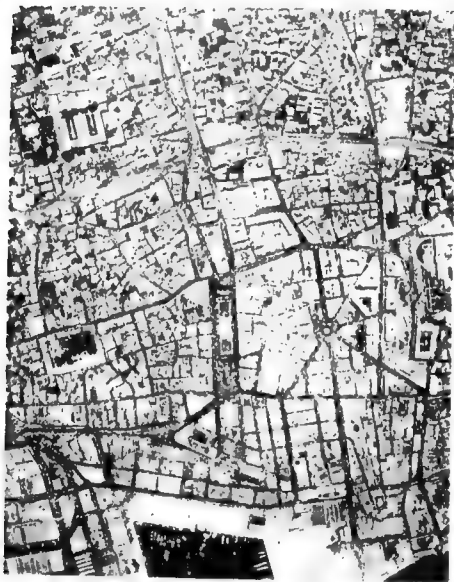
ج - المساحة الفوتوغرامترية (Photogrammetric Surveying)

يقصد بالمساحة الفوتوغرامترية علم تحديد معالم الارض بواسطة



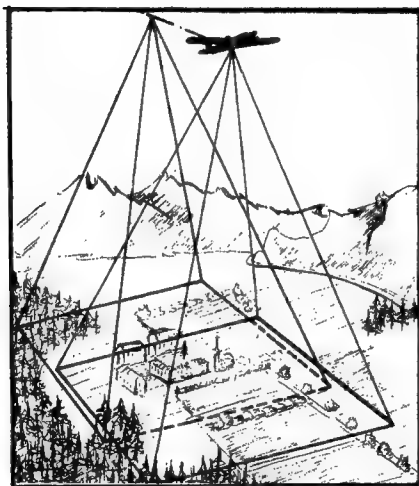
شكل ٩٣ - صورة جوية لمنطقة جبلية

الصور . وهذه الأخيرة تكون في أغلب الأحيان صوراً جوية تلتقط من الطائرة على ارتفاع يتوقف على مقياس ودقة الخريطة المراد تحضيرها .
(شكل ٩٣ وشكل ٩٤) .



شكل ٩٤ - صورة جوية لمدينة

تجهّز الطائرة في أسفلها بكاميرا تلتقط صوراً متتابعة خلال التحليق . ولاستعمال الصور الملتقطة فيما بعد لتحضير خريطة طوبوغرافية ، من الضروري ان يصوّر أي جزء من الأرض بصورتين متتابعتين (شكل ٩٥)



شكل ٩٥ - طريقة التصوير الجوي

تلتبع الطائرة في تحليقها خطوطاً مستقيمة متوازية بشكل تقطعي مع

كامل الارض المراد تصويرها . ويتتج عن ذلك مجموعة من الصور الجوية
يمكن استعمالها بإحدى الطرق التالية :

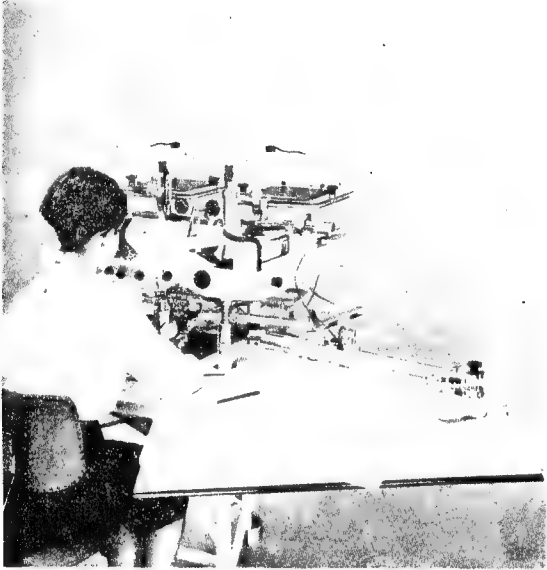
١ - تحضير موزاييك (Photo Mosaic) وذلك بلسق الصور المتتطة
ببعضها البعض لتحضير صورة كبيرة مجتمعة للمنطقة . تقاس المسافات على
هذه الخريطة وتُستخلص المعلومات بالعين المجردة .

٢ - دراسة بواسطة ستيريو سكوب (Stereoscope) (شكل ٩٦) وهو



شكل ٩٦ - الستيريو سكوب

جهاز بسيط مكون من عدستين ينظر المرء خلالها نحو صورتين جويتين
متتابعتين لنفس المنطقة فيرى الأرض مجتمعة كما لو انه ينظر اليها من
الطائرة . وهذه الدراسة تمكن من رؤية تضاريس الأرض بشكل مباشر
ومن معرفة بعض خصائص التربة والصخور .



شكل ٩٧ - جهاز الرسم الستيريو سكوبي

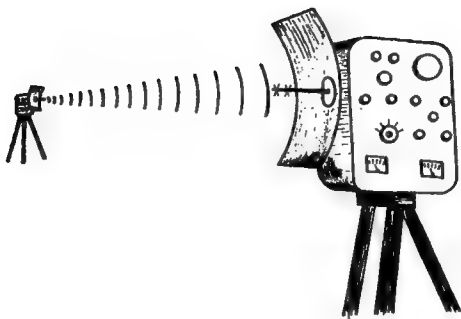
٣ - تحضير خرائط طوبوغرافية بواسطة جهاز الرسم الستيريو سكوبي (Stereoscopic Plotter) (شكل ٩٧) . يحوّل هذا الجهاز المعلومات التي على الصور الجوية الى خرائط كنتورية جسامزة . ويتم ذلك « برؤية »

الصور مجسمة من قبل الجهاز والبحث على هذه الصور عن النقط ذات المنسوب الواحد المراد للمنسوب خط الكنتور المنشود . وهذا الجهاز يستعمل مؤخراً بكثرة في عمليات مسح المشاريع الكبيرة وفي تحضير خرائط لمساحات شاسعة .

د - المسح الإلكتروني

تزايد استعمال الأجهزة الإلكترونية في الآونة الأخيرة لمعرفة المسافة بدقة بين نقطتين بميدتين عن بعضها البعض . ورصد المسافة بين نقطتين تفصلها بضعة كيلو مترات يسهل عملية مسح المناطق الكبيرة لأنه يصبح بالإمكان العمل بترافرس بدلاً من العمل بشبكة المثلثات التي تحسب فيها المسافات بطرق غير مباشرة .

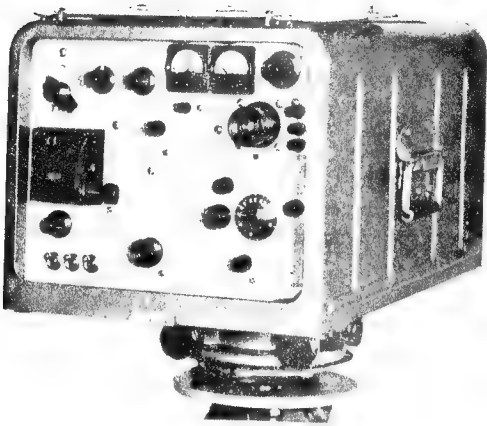
المسح الإلكتروني بواسطة التلورومتر (Tellurometer) يتمّ بمجهزين مركّزان فوق النقطتين المراد معرفة المسافة بينهما . أحد الجهازين يرسل موجات لاسلكية قصيرة جداً نحو الجهاز اللاقط الذي يمرّر هذه الموجات في أجزائه الإلكترونية وبمعيدها للجهاز المرسل (شكل ٩٨) . يحسب هذا الأخير الوقت الذي احتاجته الموجات لقطع المسافة ذهاباً وإياباً ويحوّل هذا الوقت إلى مسافة تُقرأ على الجهاز نفسه . وبما أن سرعة الموجات تتأثر بالعوامل الجوية ، فإنه من الضروري معرفة الحرارة والضغط الجوي عند المحطتين لتصحيح القراءات . المسافة المرصودة هي المسافة المباشرة بين المحطتين . وفي حال اختلاف المنسوب بين النقطتين يتوجب معرفة الزاوية العمودية بين طرفي الخط بالتيودوليت وذلك لحساب المسافة الأفقية من المسافة المائلة .



شكل ٩٨ - مبدأ المسح بالأجهزة الالكترونية

وللتقليل من تأثير العوامل الجوية على القراءات ، يُستعمل جهاز الجيودومتر (Geodometer) الذي يرسل أشعة ضوئية بدلاً من الموجات اللاسلكية (شكل ٩٩) . يوضع هذا الجهاز على أحد طرفي الخط المراد قياس طوله . ثم تُوجّه أشعة ضوئية من الهليوم والنيون نحو عاكس على الطرف الثاني من الخط المقاس . ويعكس هذا الأخير الأشعة نحو الجهاز المرسل الذي يحوّل الوقت الذي تستغرقه رحلة الشعاع من وإلى الجهاز إلى مسافة تُقرأ مباشرة على الجهاز نفسه .

ومع أنّ أسعار الأجهزة الالكترونية تفوق أسعار الأجهزة العادية الأخرى ، فإنّ مثل هذه الأجهزة لها مميزات عدّة منها أنها تسمح بالعمل في أحوال جوية صعبة كالطرر والضباب والظلام بالإضافة إلى



شكل ٩٩ - الجيودومتر

إمكانية استعمالها في الأحوال الجوية الجيدة . وتتمثل الأجهزة الإلكترونية لقياس مسافات حتى حوالي خمسين كيلو متراً . ولإعطاء فكرة عن مدى دقة هذه الأجهزة فإن الخطأ الممكن حدوثه لقياس مسافة عشرة كيلومترات مثلاً لا يتعدى السنتيمترين .

الفهرس

الصفحة

الفصل الأول

مبادئ عامة

- | | |
|----|------------------------------|
| ٧ | أ - تعريف |
| ٨ | ب - استعمالات المساحة |
| ٩ | ج - أقسام المساحة |
| ٩ | د - أنواع المساحة الرئيسية |
| ١٢ | هـ - طرق مسح الأرض |
| ١٣ | و - وحدات القياس |
| ١٤ | ز - معلومات رياضية أساسية |
| ١٥ | ح - مصادر الأخطاء في المساحة |
| ١٥ | ط - أنواع الأخطاء |

المساحة بالتشريط

- أ - الطرق العامة لقياس المسافة ١٧
- ب - أدوات المسح بالتشريط ٢٠
- ج - قواعد رفع الأرض بالتشريط ٢٣
- د - كيفية رفع الأرض بالتشريط ٢٥
- هـ - دفتر الأراضي للمساحة بالتشريط ٢٦
- و - ملاحظات عامة على أخذ التفاصيل ٢٨
- ز - طرق رفع المباني ٢٩
- ح - القياس في حالة الأراضي المتعددة ٣١
- ط - عمليات مساحة بالتشريط (دون استعمال أجهزة زاوية) ٣٢
- ي - الأخطاء المحتملة في القياس بالتشريط ٣٥
- ك - عمليات بالتشريط تتعرض لإجرامها موانع ٣٦

الفصل الثالث

قياس الزوايا والاتجاهات

- أ - طرق توقيع النقاط ٣٩
- ب - أجهزة قياس الزوايا وتحديد ما ٤١
- ج - الاتجاهات الثابتة المعتمدة لتعدد زوايا ٤٦
- د - طرق تعيين الاتجاهات ٤٧
- هـ - نماذج ٥٠
- و - تمارين ٥٥

الفصل الرابع

البوصلة المنشورية

- ٥٩ أ - الأجزاء الرئيسية
- ٦١ ب - طريقة الاستعمال
- ٦٣ ج - خصائص البوصلة المنشورية
- ٦٣ د - علاقة الشمال المغناطيسي بالشمال الجغرافي
- ٦٥ هـ - نموذج لحساب الزوايا
- ٦٥ و - الاحداثيات
- ٦٨ ز - تقارين

الفصل الخامس

التبؤدوليت

- ٧١ أ - الأجزاء الرئيسية
- ٧٣ ب - طريقة الاستعمال
- ٧٥ ج - ملاحظات خاصة بالتبؤدوليت
- ٧٦ د - شبكة المثلثات

الفصل السادس

اللوحة المستوية

- ٧٩ أ - الأجهزة الرئيسية
- ٨١ ب - طريقة الاستعمال
- ٨٣ ج - خصائص اللوحة المستوية

الفصل السابع

الميزانية

- أ - تعريفات ٨٥
- ب - الطرق العامة لمعرفة الفرق في الارتفاع بين نقطتين ٨٧
- ج - الأجهزة والمعدات المستعملة في الميزانية ٨٨
- د - أنواع الموازين الرئيسية ٩٢
- هـ - طريقة استعمال الميزان ٩٢
- و - حساب الميزانية : طريقة منسوب سطح الميزان ٩٤
- ز - حساب الميزانية : طريقة الارتفاع والانخفاض ٩٨
- ح - مصادر الأخطاء في الميزانية ١٠٠
- ط - تقارين ١٠٠

الفصل الثامن

عمل المقاطع بالميزان

- أ - أنواع الميزانية ١٠٣
- ب - طريقة عمل المقاطع الطولية ١٠٤
- ج - رسم المقطع الطولي ١٠٥
- د - طريقة عمل المقاطع العرضية ١٠٧
- هـ - رسم المقطع العرضي ١٠٨
- و - حساب الكميات من المقاطع العرضية ١٠٨
- ز - تقارين ١١٠

الفصل التاسع

الخرائط الطوبوغرافية

- أ - طرق إظهار التضاريس ١١٣
- ب - تعريفات ١١٤
- ج - خصائص خطوط الكنتور ١١٥
- د - رفع نقط الخريطة الكنتورية ١١٨
- هـ - رسم خطوط الكنتور ١١٩
- و - مثال على تحضير خطوط كنتور ١٢٠
- ز - عمل المقاطع من خطوط الكنتور ١٢١
- ح - تقارين ١٢٦

الفصل العاشر

المساحة المائية والفوتوغرامترية والالكترونية

- أ - المسح البحري ١٣١
- ب - المسح النهري ١٣٣
- ج - المساحة الفوتوغرامترية ١٣٤
- د - المسح الألكتروني ١٣٩

3.9

6

7